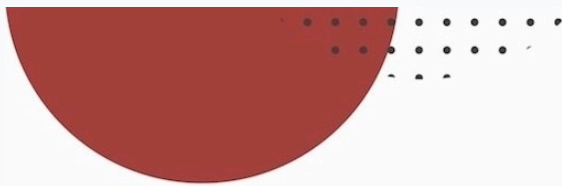


Έρευνα στη Διδακτική των Μαθηματικών

Αρ. 18 & 19 (2025)

ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ



ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ
ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
(ΕΝ.Ε.ΔΙ.Μ.)

Τεύχος 18 & 19
Ιούνιος 2025

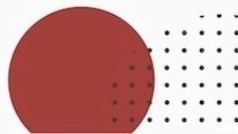
Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ SOLO ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ

Γεώργιος Βεντίστας, Ουρανία Μαρία Βεντίστα,
Γρηγόριος Αρκουμάνης

Copyright © 2025, Γεώργιος Βεντίστας, Ουρανία Μαρία Βεντίστα,
Γρηγόριος Αρκουμάνης



Άδεια χρήσης [Creative Commons Αναφορά 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Βιβλιογραφική αναφορά:

Βεντίστας Γ., Βεντίστα Ο. Μ., & Αρκουμάνης Γ. (2025). Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ SOLO ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ. *Έρευνα στη Διδακτική των Μαθηματικών*, (18 & 19), 131–151. ανακτήθηκε από <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/enedim/article/view/38298>

Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑΣ SOLO ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Γεώργιος Βεντίστας, Ουρανία Μαρία Βεντίστα και Γρηγόριος Αρκουμάνης

ΠΤΔΕ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, gventist@eled.auth.gr

ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, o.ventista@rhodes.aegean.gr

ΠΤΔΕ, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, grigorisark@primedu.uoa.gr

Περίληψη: Η στοχοθεσία και η αξιολόγηση της επίτευξης των στόχων αποτελούν δύο κεντρικά στοιχεία του σχεδιασμού και της διδασκαλίας μαθημάτων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της χρήσης της ταξινομίας SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes), ώστε να εξεταστεί πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους/τις εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τον σχεδιασμό μαθήματος και τη διαμορφωτική αξιολόγηση. Για αυτό τον λόγο διεξήχθη μία ποιοτική έρευνα στο μάθημα της Ευκλείδειας Γεωμετρίας στην ενότητα των εμβαδών. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η ταξινομία SOLO μπορεί να διευκολύνει το σχεδιασμό της διδασκαλίας σύμφωνα με τον κονστρουκτιβισμό και να υποστηρίξει δραστηριότητες διαμορφωτικής αξιολόγησης.

Λέξεις κλειδιά: ταξινομία SOLO, Γεωμετρία, εμβαδόν, εποικοδομητισμός, διαμορφωτική αξιολόγηση, αξιολόγηση για τη μάθηση

Abstract: Setting learning goals and the assessment of the extent that these have been achieved are two key elements of lesson planning and teaching in all levels of education. The aim of the current paper was the exploration of the use of SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) taxonomy in practice, so that secondary school teachers could use it for lesson planning and formative assessment. For this reason, a qualitative study was conducted during lessons of Euclidean Geometry in the unit about areas. The findings showed that SOLO taxonomy can facilitate lesson planning in alignment with constructivism and support the formative assessment activities.

Keywords: SOLO taxonomy, Geometry, area, constructivism, formative assessment, Assessment for Learning

Εισαγωγή

Η καταγραφή των διδακτικών στόχων και η αξιολόγηση της επίτευξής τους είναι δύο βασικά συστατικά της διδασκαλίας και της μάθησης. Ενώ τα προγράμματα σπουδών προωθούν τους

γενικούς στόχους, σκοπούς και αξίες, οι εκπαιδευτικοί καταγράφουν τους άμεσους στόχους (White, 2004). Κατά τη διαμορφωτική αξιολόγηση συλλέγονται και αναλύονται πληροφορίες, οι οποίες δίνουν τόσο στον/στην εκπαιδευτικό όσο και στον/στην μαθητή/τρια απαντήσεις σε τρία βασικά ερωτήματα: Πού πηγαίνω; Πού βρίσκομαι; Ποιο είναι το επόμενο βήμα; (Hattie & Timperley, 2007). Άρα η διαμορφωτική αξιολόγηση εστιάζει στον στόχο, στο παρόν σημείο της μαθησιακής πορείας και στο σχεδιασμό των επόμενων βημάτων. Συνεπώς, ο/η κάθε μαθητής/τρια ακολουθεί μία μαθησιακή πορεία και η αξιολόγηση παίζει τον ρόλο «της γέφυρας ανάμεσα στη μάθηση και στη διδασκαλία» (William, 2013). Έτσι, μπορούν να επιτευχθούν τόσο οι επιμέρους στόχοι των μαθημάτων αλλά και του προγράμματος σπουδών γενικότερα. Η παρούσα έρευνα προτείνει μια προσέγγιση καταγραφής διδακτικών στόχων και διαμορφωτικής αξιολόγησης και συγκεκριμένα παρουσιάζει πώς αυτή εφαρμόστηκε στο μάθημα της Γεωμετρίας.

Ταξινομίες Μάθησης

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι φανερό πόσο συνδεδεμένη είναι η διαμορφωτική αξιολόγηση με τη στοχοθεσία των μαθημάτων, αφού η πρώτη δείχνει σε ποιο βαθμό έχει επιτευχθεί η δεύτερη και καθορίζει τους επόμενους άμεσους στόχους. Η ταξινόμια των Bloom et al. (1956) είναι μάλλον η πιο συνήθης ταξινόμια για την καταγραφή των διδακτικών στόχων και αποτελεσμάτων. Ωστόσο, παρά την ευρέως διαδεδομένη χρήση της, έχει δεχθεί κριτική κι ενδεικτικά παρουσιάζονται κάποια από τα επιχειρήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί.

Ο Pring (1971) υποστήριξε ότι η ταξινόμια χρησιμοποιεί όρους με μεγάλη ασάφεια. Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα τον όρο της ανάκλησης (θυμάμαι), που βρίσκεται στη βάση της ταξινόμιας, ο Pring εξηγεί πώς μπορεί να υπονοεί διαφορετικές γνωστικές διεργασίες. Μπορεί να αναφέρεται απλά στη στείρα απομνημόνευση, όπως η αντίδραση σε ένα ερέθισμα που έχει παρουσιαστεί και στο παρελθόν ή μπορεί να αναφέρεται στην ανάκληση παλαιότερων πληροφοριών, οι οποίες όμως έχουν αναδιοργανωθεί στη μνήμη και χρησιμοποιούνται για μία νέα κατάσταση. Στη δεύτερη περίπτωση, η ανάκληση περιλαμβάνει και τις γνωστικές διεργασίες της εφαρμογής και της κατανόησης.

Αντίστοιχα, έχει αμφισβητηθεί η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι γνωστικές διεργασίες στην πυραμίδα του Bloom και αν δηλώνεται πράγματι μια ιεραρχική σχέση. Πιο συγκεκριμένα, έχει υποστηριχθεί ότι στα μαθηματικά η ανάλυση είναι εξίσου σημαντική με την σύνθεση, ενώ αμφισβητήθηκε αν η αξιολόγηση είναι επάνω από την σύνθεση (Ormell, 1974). Παίρνοντας ως παράδειγμα τη λογοτεχνία, ένας/μια κριτικός λογοτεχνίας που αξιολογεί το έργο, δεν φαίνεται να πραγματοποιεί υψηλότερη γνωστική διεργασία από τη σύνθεση που έχει δημιουργήσει ο/η λογοτέχνης, καθώς η σύνθεση δεν είναι απλώς κομμάτια που ενώνονται αλλά η δημιουργία ενός οργανικού όλου και ενότητας (Ormell, 1974).

Επομένως, παρά την ευρεία διάδοση και αποδοχή της ταξινόμιας Bloom δεν σημαίνει ότι είναι ικανή να ανταποκριθεί επιτυχώς και πάντοτε σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, μαθήματα και πλαίσια. Φυσικά, πρέπει να αναγνωριστεί ότι υπάρχει και αναθεωρημένη μορφή της ταξινόμιας (Krathwohl, 2002), όπου η δημιουργικότητα είναι η πιο υψηλή γνωστική

διεργασία, τα ρήματα αντικαθιστούν τα ουσιαστικά και εμφανίζονται τέσσερις διαστάσεις της γνώσης. Ωστόσο, τα προαναφερθέντα προβληματικά σημεία της ταξινομίας του Bloom ισχύουν σε γενικές γραμμές και για την αναθεωρημένη μορφή. Για αυτό το λόγο, η παρούσα έρευνα στόχευσε στη διερεύνηση εναλλακτικών, δηλαδή τη χρήση μιας άλλης ταξινομίας, για τις περιπτώσεις που η ταξινομία του Bloom δεν κριθεί ικανοποιητική ή κατάλληλη.

Ως εναλλακτική μέθοδος για την καταγραφή των στόχων και την αξιολόγηση της επίτευξής τους επιλέχθηκε η ταξινομία SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes). Οι εμπνευστές της, οι Biggs και Collins (1982), χωρίζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα σε πέντε βασικές κατηγορίες:

1. *Προ-δομικό* (Prestructural): Δεν υπάρχει κατανόηση και ο/η μαθητής/τρια δεν αντιλαμβάνεται το νόημα.
2. *Μονο-δομικό* (Unistructural): Υπάρχει κατανόηση μόνο μίας μεμονωμένης πληροφορίας ή μονάδας γνώσης.
3. *Πολυ-δομικό* (Multistructural): Πολλές πτυχές του θέματος και πληροφορίες από μια συγκεκριμένη γνωστική περιοχή είναι γνωστές στον/στη μαθητή/τρια, αλλά αντιμετωπίζονται χωριστά ως αποσπασματικές γνώσεις.
4. *Σχεσιακό* (Relational): Οι επιμέρους πτυχές και γνώσεις συνδυάζονται και ενσωματώνονται σε ένα συνεκτικό σύνολο με κάθε μέρος να συμβάλλει στη συνολική σημασία. Ο/Η μαθητής/τρια έχει κατανόηση τόσο του συνόλου, δηλαδή της «μεγάλης εικόνας», όσο και των επιμέρους σχέσεων.
5. *Εκτεταμένη θεώρηση* (Extended abstract): Το ολοκληρωμένο σύνολο στο προηγούμενο σχεσιακό επίπεδο με επαναληπτικά επίπεδα αφαίρεσης επιτρέπει τη γενίκευση σε ένα νέο θέμα ή περιοχή, καθώς και τη δημιουργία μεταγνώσης.

Η *εκτεταμένη θεώρηση* μοιάζει με το *σχεσιακό* επίπεδο. Ωστόσο, η κύρια διαφορά είναι ότι στην *εκτεταμένη θεώρηση* οι μαθηματικές έννοιες και διαδικασίες ανακαλύπτονται από τον/τη μαθητή/τρια εκτός του πεδίου γνώσεων ή εμπειριών που αναμένεται να κατέχει για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος (Μπαρκάτσας, 1999).

Αυτά τα πέντε επίπεδα μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο για τη στοχοθεσία όσο και για την αξιολόγηση απαντήσεων μαθητών/τριών σε σχέση με αυτούς τους στόχους. Υπάρχει λοιπόν λογική σύνδεση και αλληλουχία στα βήματα της διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας. Οι εκπαιδευτικοί έχουν συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους, οι δραστηριότητες σχεδιάζονται γύρω από αυτούς τους στόχους και τα αποτελέσματα της προσδοκώμενης μάθησης αξιολογούνται (Biggs & Collins, 1982). Επομένως, η συγκεκριμένη ταξινομία προσφέρει την δυνατότητα ανάδειξης του βαθμού στον οποίο οι μαθητές/τριες επιτυγχάνουν τα ζητούμενα από τα αναλυτικά προγράμματα, που καθορίζουν τους μαθησιακούς στόχους. Σύμφωνα με τους Biggs και Collins (1982, σ. 30), το περιεχόμενο που διδάσκεται σε ένα μάθημα εξαρτάται από τους στόχους και τους σκοπούς του μαθήματος, που γενικότερα καθορίζονται από τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών.

Χρήση της ταξινομίας SOLO στην εκπαίδευση

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες μελέτες, οι οποίες εστιάζουν στην ταξινομία SOLO. Καθώς η ταξινομία είναι κάτι το οποίο βρίσκει εφαρμογή σε πολλές θεματικές, εντοπίζονται έρευνες στην πρωτοβάθμια (Αλέτρας, 2013· Βλιώρα κ.ά., 2015· Γκαρτζονίκας, 2017· Κατσούλας κ.ά., 2013· Κούτρας & Τζιμογιάννης, 2015· Κώτσης & Ευαγγέλου, 2012· Μπάκουλη, 2013· Νιφορά, 2015· Παντάζου & Καλογιαννάκης, 2017), δευτεροβάθμια (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2010· Ζιώγα, 2018· Κουτσάκας & Roberts, 2005) και τριτοβάθμια εκπαίδευση (Γεωργόπουλος, 2010). Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρούνται έρευνες που αντλούν το δείγμα τους συνδυαστικά από διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης (Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014· Χρυσοστόμου, 2014).

Αρκετές έρευνες μελετούν την ταξινομία στο αντικείμενο της Πληροφορικής εστιάζοντας στον προγραμματισμό (Αλέτρας, 2013· Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2010· Βραχνός & Τζιμογιάννης, 2014· Ζιώγα, 2018· Κατσούλας κ.ά., 2013· Κουτσάκας & Roberts, 2005· Λαδιάς, κ.ά., 2019· Μπέλλου & Μικρόπουλος, 2008), ενώ άλλες μελέτες αφορούν το αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών (Βλιώρα κ.ά., 2015· Γκαρτζονίκας, 2017· Κώτσης & Ευαγγέλου, 2012· Μπάκουλη, 2013· Νιφορά, 2015· Παντάζου & Καλογιαννάκης, 2017) και το αντικείμενο της Ιστορίας (Κούτρας & Τζιμογιάννης, 2015).

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, εντοπίστηκε μία διδακτορική διατριβή (Γεωργόπουλος, 2010), η οποία εξέτασε την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών της κλίσης και του εμβαδού και την εφαρμογή τους στο πλαίσιο αναπαραστάσεων φυσικών μεγεθών με τη βοήθεια Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Ακόμη, εντοπίστηκε μία έρευνα από την Κύπρο, η οποία διερευνά την αξιοποίηση της ταξινομίας SOLO στο αντικείμενο των Μαθηματικών και συγκεκριμένα στην περιγραφή της ανάπτυξης της αλγεβρικής σκέψης σε μαθητές/τριες δημοτικού και γυμνασίου (Χρυσοστόμου, 2014). Πραγματοποιήθηκε μία παρέμβαση σε 803 μαθητές/τριες δημοτικού και γυμνασίου σε σχολεία της Κύπρου με δραστηριότητες για τη γενίκευση μοτίβων και την κατανόηση αλγεβρικών σχέσεων. Η ταξινομία SOLO εφαρμόστηκε για να κατηγοριοποιήσει αρχικά και να αναλύσει στη συνέχεια την ανάπτυξη της αλγεβρικής σκέψης. Οι δραστηριότητες της παρέμβασης σχεδιάστηκαν ώστε να καλύπτουν τα επίπεδα SOLO, ενώ οι μαθητές/τριες της κάθε κατηγορίας αξιολογήθηκαν με προβλήματα αντίστοιχης δυσκολίας. Τα αποτελέσματα υπογράμμισαν την χρησιμότητα της ταξινομίας SOLO και την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης (Χρυσοστόμου, 2014).

Συνοψίζοντας, δεν εντοπίστηκαν έρευνες στην Ελλάδα που έχουν χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη ταξινομία για τη μαθηματική εκπαίδευση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Έτσι, επιλέχθηκε ως αντικείμενο εφαρμογής η Γεωμετρία στο Λύκειο. Η Ευκλείδεια Γεωμετρία αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της μαθηματικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Στο Λύκειο διδάσκεται στις δύο πρώτες τάξεις. Για κάθε τάξη καθορίζονται γενικές αρχές για την διδασκαλία των μαθηματικών, καθώς και ειδικές κατευθύνσεις και στόχοι ανά ενότητα, σύμφωνα με τις πάγιες οδηγίες για τη διδασκαλία του μαθήματος (Υπουργείο

Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2007), αλλά και οδηγίες που ανανεώνονται ανά έτος από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (2023).

Η παρούσα έρευνα εξετάζει πώς μπορεί να συνεισφέρει η ταξινόμια SOLO στη διδασκαλία και τη μάθηση της Γεωμετρίας. Η παρούσα έρευνα και τα αποτελέσματά της μπορούν να έχουν προεκτάσεις και σε άλλους τομείς της μαθηματικής εκπαίδευσης και σε άλλα αντικείμενα.

Η διερεύνηση αυτή είναι σημαντική, καθώς προτείνει μια εναλλακτική μέθοδο καταγραφής διδακτικών στόχων και ελέγχει τη λειτουργικότητά της ως μιας πρακτικής που μπορεί να ενισχύσει τη διαμορφωτική αξιολόγηση.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να διευκρινιστεί γιατί χρησιμοποιήθηκε η ταξινόμια SOLO και όχι τα επίπεδα Van Hiele, ενώ η έρευνα εστιάζει στη Γεωμετρία. Αρχικά, η έρευνα εστιάζει γενικά στο θέμα της στοχοθεσίας και στη διαμορφωτική αξιολόγηση με προεκτάσεις και στην Άλγεβρα, αλλά θα μπορούσε να αφορά και άλλα μαθήματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης γενικότερα. Επομένως, μια έρευνα που χρησιμοποιεί τα επίπεδα Van Hiele δεν θα μπορούσε να έχει τέτοιες διδακτικές προεκτάσεις. Επιπλέον, τα επίπεδα των Van Hiele αναφέρονται γενικά σε αναπτυξιακές δεξιότητες και το επίπεδο 4 δεν εντοπίζεται σε μαθητές/τριες πριν το πανεπιστήμιο (Jurdak, 1991). Επομένως, στο συγκεκριμένο επίπεδο της εκπαίδευσης (Λύκειο) δεν μπορούν να εντοπιστούν όλα τα επίπεδα.

Από την άλλη πλευρά, θεωρήθηκε ότι η ταξινόμια SOLO είναι πιο χρήσιμη για διδακτικούς σκοπούς και για τον σχεδιασμό των επόμενων διδακτικών βημάτων, καθώς δεν απαιτούνται πολλά μαθήματα ή γνωστική ανάπτυξη για να μεταβεί κάποιος/α από το ένα επίπεδο στο άλλο. Επιπλέον, η ταξινόμια SOLO τοποθετεί μαθητές/τριες διαφορετικών ηλικιών σε όλα τα επίπεδα και μπορεί να υποστηριχθεί ότι πιθανώς όλα τα στάδια SOLO θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σε κάθε επίπεδο Van Hiele (Jurdak, 1991). Ουσιαστικά, η παρούσα έρευνα εστιάζει σε στόχους διδασκαλίας και με βάση τα στοιχεία της διαμορφωτικής αξιολόγησης ο/η εκπαιδευτικός σχεδιάζει τους στόχους και τα βήματα για το επόμενο μάθημα. Η ταξινόμια SOLO φαίνεται ότι προσεγγίζει το ζήτημα με αυτό τον τρόπο με μικρότερα βήματα στην πορεία μάθησης επιτρέποντας πολλούς κύκλους μάθησης ανάλογα με το σχεδιασμό και τη στοχοθεσία του μαθήματος. Συμπερασματικά, η ταξινόμια SOLO κρίθηκε ως καταλληλότερη μέθοδος για να διερευνηθεί στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας.

Ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η χρήση της ταξινόμιας SOLO για την καταγραφή διδακτικών στόχων και την ενίσχυση πρακτικών διαμορφωτικής αξιολόγησης στο μάθημα της Γεωμετρίας. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα προτείνει μια μέθοδο καταγραφής διδακτικών στόχων και μελετάει πώς μπορεί αυτή η καταγραφή να είναι λειτουργική στη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία. Συνεπώς τα ερευνητικά ερωτήματα ήταν:

- Πώς μπορεί να αξιοποιηθεί η ταξινόμια SOLO ως μέθοδος καταγραφής διδακτικών στόχων από εκπαιδευτικούς με αφορμή ένα μάθημα Γεωμετρίας;

- Πώς μπορεί η χρήση της ταξινόμιας SOLO να ενισχύσει τη διαδικασία της διαμορφωτικής αξιολόγησης στο πλαίσιο ενός μαθήματος Γεωμετρίας;

Ερευνητικός σχεδιασμός

Για να διερευνηθούν τα παραπάνω ερωτήματα, σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε μία ποιοτική έρευνα. Η παρούσα έρευνα προσανατολίζεται στην πράξη (practice-oriented educational research). Σύμφωνα με τους Groothuijsen και συνεργάτες (2023, p. 1-2), η εκπαιδευτική έρευνα προσανατολισμένη στην πράξη έχει τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά:

1. Προκύπτει από την εκπαιδευτική πράξη και στοχεύει να εξετάσει ένα ζήτημα που θα είναι χρήσιμο στην εκπαιδευτική πράξη.
2. Πραγματοποιείται σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (‘real’ educational practice contexts).
3. Στοχεύει σε συνεισφορά τόσο στην εκπαιδευτική πράξη όσο και στην εκπαιδευτική έρευνα.
4. Έχει έντονο συνεργατικό στοιχείο ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς και ερευνητές/τριες χωρίς να υπάρχουν ιεραρχικές σχέσεις μεταξύ τους, καθώς οι εκπαιδευτικοί συνεισφέρουν με πρακτική γνώση στην έρευνα και είναι συν-διαμορφωτές της έρευνας και της νέας γνώσης.

Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς (Groothuijsen et al., 2023), αυτά τα τέσσερα χαρακτηριστικά αυξάνουν και την πιθανότητα χρήσης των αποτελεσμάτων στην εκπαιδευτική πράξη και μεγιστοποιούν την πιθανότητα για τον αντίκτυπο της έρευνας. Επομένως, σε ισχυρή σύνδεση με την εκπαιδευτική πράξη, η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα μελετά την ταξινόμια SOLO ως μέθοδο καταγραφής στόχων και ενίσχυσης της διαμορφωτικής αξιολόγησης που είναι κεντρικά στοιχεία του διδακτικού σχεδιασμού και της μαθησιακής διαδικασίας. Το θέμα αποφασίστηκε ως σημαντικό για την εκπαιδευτική πράξη από την ερευνητική ομάδα. Επιπλέον, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε συγκεκριμένο σχολικό πλαίσιο. Τα αποτελέσματα αφορούν την εκπαιδευτική πράξη, αλλά συνεισφέρουν και με θεωρητική συζήτηση στην εκπαιδευτική έρευνα. Τέλος, την συγκεκριμένη έρευνα συντόνισε ένας εκπαιδευτικός-ερευνητής, ο οποίος κατέγραψε τους στόχους και προετοίμασε το υλικό σε συνεργασία με δύο ερευνητές και με έναν ακόμη εκπαιδευτικό. Ο δεύτερος εκπαιδευτικός δεν ήταν εξοικειωμένος με την ταξινόμια SOLO. Ενημερώθηκε για αυτήν και του παρουσιάστηκε το ερευνητικό υλικό (στόχοι και δραστηριότητες). Η συμμετοχή του δεύτερου εκπαιδευτικού κρίθηκε αναγκαία για δύο λόγους. Αρχικά, για να εκφράσει άποψη για τη λειτουργικότητα της χρήσης της ταξινόμιας για εκπαιδευτικούς που δεν είναι εξοικειωμένοι. Επιπλέον, για να παρέχει την απαιτούμενη ανατροφοδότηση σχετικά με την καταγραφή των στόχων από την ερευνητική ομάδα και να συνεισφέρει στην κατηγοριοποίηση των απαντήσεων.

Συγκεκριμένα, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρία τμήματα σε δύο Λύκεια ημιαστικής περιοχής. Ο εκπαιδευτικός-ερευνητής χρησιμοποίησε το εκπαιδευτικό υλικό σε δύο τμήματα που δίδασκε. Επίσης, ο άλλος εκπαιδευτικός χρησιμοποίησε τις δραστηριότητες σε ένα από

τα τμήματα που δίδασκε. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 67 μαθητές/τριες της Β' Λυκείου. Η έρευνα εστίασε στην ενότητα των εμβαδών για πέντε διδακτικές ώρες.

Αποτελέσματα

Στόχοι

Αρχικά έγινε μια προσπάθεια αντιστοίχισης των στόχων των προγραμμάτων σπουδών στην ταξινόμια SOLO. Από οδηγίες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για την διδασκαλία των Μαθηματικών (Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2007-08, σσ. 9-10), τονίζεται η σημασία της ακριβούς σύλληψης των εννοιών, μεγεθών, ιδιοτήτων. Αυτά τοποθετήθηκαν από την ερευνητική ομάδα στα επίπεδα SOLO II και III ανάλογα με την πολυπλοκότητά τους. Επίσης, τονίζεται από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο η σημασία των μεταξύ τους σχέσεων που συντελούν στο να εισέλθουν τα μαθηματικά στην καθημερινή ζωή των μαθητών/τριών. Αυτά κατηγοριοποιήθηκαν ως SOLO IV. Τέλος, ένα ακόμη από τα ζητούμενα είναι να ασκηθούν οι μαθητές/τριες όχι μόνο να χρησιμοποιούν τα μαθηματικά ως γνώση αλλά και ως μέθοδο σκέψης και σε συνδυασμό με άλλες επιστήμες στη σύγχρονη πραγματικότητα. Το παραπάνω ζητούμενο εντάχθηκε στην *εκτεταμένη θεώρηση* (SOLO V) λαμβάνοντας υπόψη ότι οι μαθητές/τριες δεν είχαν εμπλακεί σε παρόμοιες δραστηριότητες οπότε σε αυτή την περίπτωση θα έπρεπε κατά τη διάρκεια της επίλυσης να κάνουν υποθέσεις και γενικεύσεις ως προς τον τρόπο σκέψης τους.

Όσον αφορά τις παραγράφους 10.1-10.3 για τα 'Πολυγωνικά Χωρία', 'Εμβαδόν Ευθύγραμμου Σχήματος, Ισοδύναμα Ευθύγραμμα Σχήματα και Εμβαδόν Βασικών Ευθύγραμμων Σχημάτων στη Γεωμετρία Β' Λυκείου (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2023, σ. 4), εκτός από τις προτεινόμενες δραστηριότητες και ασκήσεις δηλώνονται διδακτικοί στόχοι που αφορούν την έννοια του εμβαδού όπως:

Οι μαθητές/τριες:

- να διακρίνουν τα ισοδύναμα (ισεμβαδικά) σχήματα
- με κατάλληλους μετασχηματισμούς και χρήση βοηθητικών γραμμών να υπολογίζουν εμβαδά από τα άλλα ήδη γνωστά τους.

Οι παραπάνω στόχοι, όπως διατυπώνονται, εντάχθηκαν στο *σχεσιακό* επίπεδο (SOLO IV), καθώς οι μαθητές/τριες θα πρέπει να γνωρίζουν τους τύπους εύρεσης εμβαδών και τις σχετικές παρατηρήσεις που υπάρχουν (π.χ. η διάμεσος χωρίζει το τρίγωνο σε δύο ισεμβαδικά τρίγωνα) και κατόπιν να συνδυάσουν σχέσεις μεταξύ τους προκειμένου να εντοπίσουν ισοδύναμα σχήματα. Οι παραπάνω δύο στόχοι θεωρήθηκε ότι δεν αποτελούν αντικείμενο της *εκτεταμένης θεώρησης* (SOLO V), καθώς δεν είναι ζητούμενο να κάνουν οι μαθητές/τριες αποδείξεις ή αφαιρετικές σκέψεις. Επίσης, προτείνεται η διδασκαλία εφαρμογών που ενισχύουν τους δύο προηγούμενους στόχους και που αφορούν ισόπλευρο τρίγωνο, χρήση της διαμέσου στη δημιουργία δύο ισοδύναμων τριγώνων και τετραπλεύρου με κάθετες διαγώνιες, καθώς και η πραγματοποίηση ορισμένων ασκήσεων από το σχολικό εγχειρίδιο.

Αρκετές από τις προτεινόμενες ασκήσεις αναφέρονται είτε στην ενίσχυση της μάθησης των τύπων του εμβαδού είτε σε ασκήσεις τύπου προβλημάτων με χρήση αγρού.

Ανατρέχοντας στο βιβλίο του/της εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία του μαθήματος της Γεωμετρίας (Αργυρόπουλος και συνεργάτες, 2000, σ. 110) παρουσιάζονται και οι εξής διδακτικοί στόχοι:

Οι μαθητές/τριες:

- Να μπορούν να υπολογίζουν το εμβαδόν βασικών σχημάτων
- Να μπορούν να μετασχηματίζουν ένα σχήμα σε ένα άλλο ισοδύναμο

Ο υπολογισμός των βασικών σχημάτων είναι εφαρμογή σε μεμονωμένες μονάδες γνώσης, ενώ ο μετασχηματισμός ενός σχήματος σε ισοδύναμο χρειάζεται συνδυασμό μονάδων γνώσης οπότε θεωρήθηκε ότι αντιστοιχεί στο *σχεσιακό* επίπεδο (SOLO IV). Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι οι στόχοι που τίθενται κρίθηκαν ως στόχοι που εστιάζουν στο *πολυ-δομικό* ή στο *σχεσιακό* επίπεδο.

Σχεδιάστηκαν συνολικά πέντε διδακτικές ώρες για την ενότητα όπως προτείνεται (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2023). Καταγράφηκαν, μετά από συμφωνία των μελών της ομάδας, οι διδακτικοί στόχοι με τρόπο που να αντιστοιχούν στα επίπεδα SOLO. Βέβαια, δεν υπάρχει διδακτικός στόχος που να αντιστοιχεί στο πρώτο επίπεδο. Ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα για την καταγραφή στόχων που βασίζονται στις προτάσεις του Martin (2011, p.10):

- Εντοπισμός όλων των εννοιών και διαδικασιών που συνδέονται με το αντικείμενο που θα διδαχθεί
- Εντοπισμός διαδικασιών ή εννοιών που απαιτούν εξήγηση για το *σχεσιακό* επίπεδο, καθώς στο *σχεσιακό* επίπεδο (SOLO IV) οι μαθητές/τριες καλούνται να αποτυπώσουν τις σχέσεις που διέπουν τις επιμέρους έννοιες
- Εντοπισμός πιθανών γενικεύσεων και πλαισίων στις οποίες θα μπορούσε να μεταφερθεί η γνώση.

Αρχικά καταγράφηκαν στόχοι που αφορούσαν τις έννοιες και διαδικασίες για το *μονο-δομικό* και *πολυ-δομικό* επίπεδο. Ενδεικτικά αναφέρονται μερικοί στόχοι παρακάτω.

Ο/Η μαθητής/τρια:

- Να υπολογίζει το εμβαδόν του παραλληλογράμμου.
- Να υπολογίζει το εμβαδόν του τριγώνου.
- Να υπολογίζει το εμβαδόν του ορθογωνίου παραλληλογράμμου.

Η πραγματοποίηση μιας απλής διαδικασίας, όπως ο υπολογισμός εμβαδού τριγώνου, ανήκει στο *μονο-δομικό* επίπεδο κατανόησης (Biggs, 2003). Τέτοιου είδους στόχοι ανήκουν στο *μονο-δομικό* επίπεδο αν υπάρχει γνώση μόνο ενός στοιχείου, ενώ στο *πολυ-δομικό* αν υπάρχει γνώση περισσότερων στοιχείων. Για το πέμπτο επίπεδο, ένας στόχος θα μπορούσε να είναι ο/η μαθητής/τρια να συνδέει την γνώση των εμβαδών με άλλο γνωστικό πεδίο. Στην

περίπτωση των συγκεκριμένων μαθημάτων, η σύνδεση αποτυπώθηκε με τη χρήση γραφικών παραστάσεων.

Ενδεικτικά, όσον αφορά τον διαχωρισμό ενός χωρίου σε ισεμβαδικά χωρία, ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τους διδακτικούς στόχους για τον/την μαθητή/τρια.

Διδακτικοί Στόχοι	Επίπεδο Solo
Να χωρίζει ένα χωρίο σε δύο ισεμβαδικά χωρία με έναν τρόπο.	Μονο-δομικό
Να καταγράφει διαφορετικούς τρόπους διαχωρισμού ενός χωρίου σε δύο ισεμβαδικά χωρία.	Πολυ-δομικό
Να εξηγεί για ποιο λόγο υπάρχουν πολλαπλοί τρόποι διαχωρισμού ενός χωρίου σε ισεμβαδικά χωρία.	Σχεσιακό
Να γενικεύει ότι υπάρχουν άπειροι τρόποι διαχωρισμού σε ισεμβαδικά χωρία.	Εκτεταμένης Θεώρησης

Πίνακας 1: Στόχοι Μαθήματος

Εργαλεία Διαμορφωτικής Αξιολόγησης

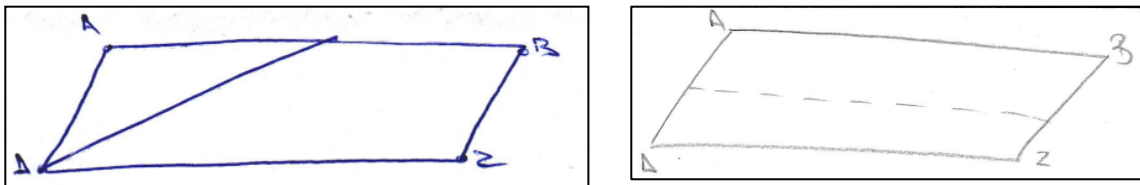
Με βάση τους διδακτικούς στόχους, σχεδιάστηκαν οι πέντε διδακτικές ώρες οι οποίες προτείνονται από το αναλυτικό πρόγραμμα και οι δραστηριότητες για τη διαμορφωτική αξιολόγηση των μαθητών/τριών. Η έρευνα εστιάζει συγκεκριμένα στις δραστηριότητες διαμορφωτικής αξιολόγησης, στις οποίες οι μαθητές/τριες απάντησαν αυτόνομα σε φύλλο εργασίας στο τέλος της δεύτερης και τέταρτης ώρας. Εξετάστηκε αφενός η δεξιότητα των μαθητών/τριών στη γενίκευση και αφετέρου η σύνδεση του γνωστικού αντικείμενου της Γεωμετρίας και με άλλα πεδία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκαν οι γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων, σύμφωνα με τους σκοπούς της διδασκαλίας των Μαθηματικών, όπως έχουν οριστεί από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (2007, σ.10).

Το 1^ο πρόβλημα διαμορφωτικής αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε στο τέλος της δεύτερης διδακτικής ώρας παρουσίαζε ένα παραλληλόγραμμο. Ζητήθηκαν διάφοροι τρόποι διαχωρισμού του σε ισεμβαδικά χωρία με χρήση μιας ευθείας. Στο Α1 ερώτημα ζητήθηκαν όσο το δυνατόν περισσότεροι τρόποι διαχωρισμού ενός παραλληλογράμμου σε δύο ισοδύναμα (ισεμβαδικά) σχήματα με χρήση μιας μόνο ευθείας, με αιτιολόγηση για τον κάθε διαχωρισμό. Στο Α2 ζητήθηκε να αναπτυχθούν επιχειρήματα για το αν έχουν εξαντληθεί οι τρόποι ή όχι και να αιτιολογηθούν τα είδη διαχωρισμού που ο/η μαθητής/τρια πρότεινε στο Α1. Το 2^ο πρόβλημα διαμορφωτικής αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκε στο τέλος της τέταρτης διδακτικής ώρας είχε ως αφετηρία ένα αρθρωτό παραλληλόγραμμο που υποδείχθηκε από τις οδηγίες των προγραμμάτων σπουδών και αποτέλεσε την δεύτερη συστάδα ερωτημάτων, με δύο ερωτήματα. Στο Β1 ζητήθηκαν οι συνθήκες εύρεσης του μέγιστου εμβαδού στο αρθρωτό παραλληλόγραμμο, με αιτιολόγηση. Το Β1 ερώτημα είναι

εμπνευσμένο από το βιβλίο του/της εκπαιδευτικού (Αργυρόπουλος κ.ά., 2000, σ. 110). Στο Β2 ζητήθηκε να ερμηνεύσουν την "κίνηση" του αρθρωτού παραλληλογράμμου σε σχέση με μια γραφική παράσταση. Προς το σκοπό αυτό δόθηκαν 4 γραφικές παραστάσεις και ζητήθηκε η σωστή απάντηση με αιτιολόγηση.

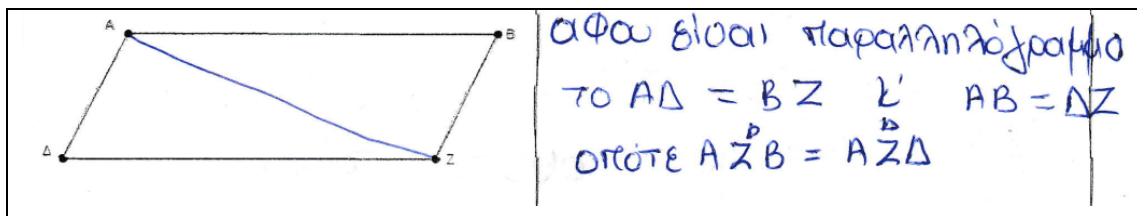
Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά τα επίπεδα κατανόησης στις ερωτήσεις που τέθηκαν και θα παραθέσουμε χαρακτηριστικές απαντήσεις των μαθητών/τριών από το φύλλο εργασίας. Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών κατηγοριοποιήθηκαν από την ερευνητική ομάδα σύμφωνα με τα επίπεδα ταξινόμησης SOLO. Από το 1^ο πρόβλημα, τα ερωτήματα Α1 και Α2 κάλυπταν συνολικά και τα πέντε επίπεδα SOLO. Συγκεκριμένα, δόθηκε ένα παραλληλόγραμμο ΑΒΓΔ. Στο ερώτημα Α1 ζητήθηκε να χωριστεί το ΑΒΓΔ σε δύο ισοδύναμα χωρία με τη χρήση μιας μόνο ευθείας. Ως προ-δομικό (SOLO I) επίπεδο ορίστηκε όταν ο/η μαθητής/τρια δημιουργούσε μόνο σχήμα χωρίς σημάδια ισότητας ευθυγράμμων τμημάτων ή λεκτική επεξήγηση (Εικόνα 1).



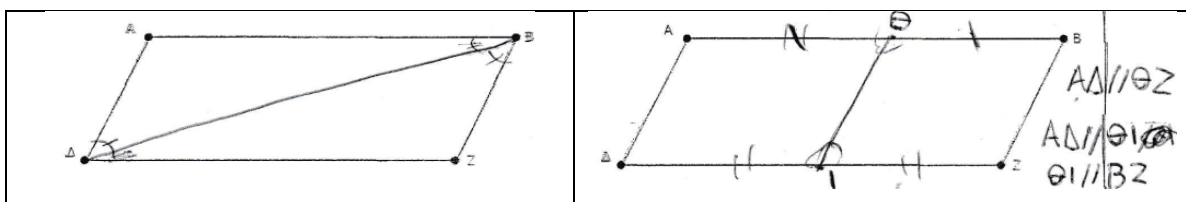
Εικόνα 1: Παραδείγματα από το Προ-δομικό επίπεδο (SOLO I). Κωδ.28 και 29

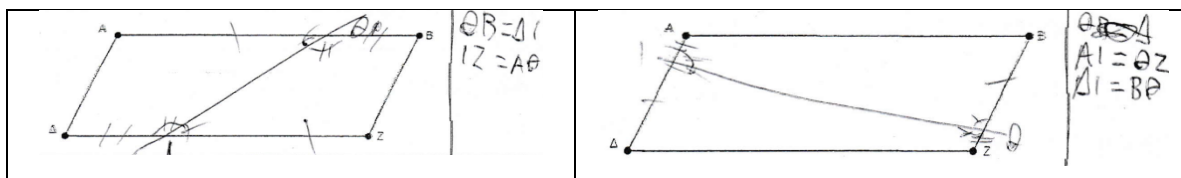
Ως μονο-δομικό (SOLO II) επίπεδο ορίστηκε η καταγραφή μόνο μίας λύσης με αιτιολόγηση χωρίς δεύτερη αιτιολογημένη λύση (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Παράδειγμα από το Μονο-δομικό επίπεδο (SOLO II). Κωδ.25

Ως πολυ-δομικό επίπεδο (SOLO III) ορίστηκε η παρουσίαση περισσότερων από ένα διαχωρισμένα σχήματα αναφέροντάς τα με τη σειρά και αιτιολογώντας το καθένα λεκτικά ή με σύμβολα (Εικόνα 3).





Εικόνα 3: Παράδειγμα από το Πολυ-δομικό επίπεδο (SOLO III). Κωδ.19

Στο ερώτημα Α2, ζητήθηκε η επιχειρηματολογία σχετικά με το αν έχουν εξαντληθεί όλοι οι τρόποι διαχωρισμού του χωρίου που ο/η μαθητής/τρια παρουσίασε στο Α1. Η ερώτηση αυτή κατατάχθηκε στο σχεσιακό επίπεδο (SOLO IV) ή στην εκτεταμένη θεώρηση (SOLO V) ανάλογα με τον τύπο της απάντησης που έδωσε ο/η μαθητής/τρια. Η κατάταξη στο σχεσιακό επίπεδο πραγματοποιήθηκε όταν ο/η μαθητής/τρια μπορούσε να αντιληφθεί ότι οι μεμονωμένες περιπτώσεις που είχε ήδη αναφέρει στην ερώτηση Α1, αποτελούν στοιχεία ενός ευρύτερου συνόλου περιπτώσεων που τα συνδέει η ιδιότητα του διαχωρισμού ισοδύναμων χωρίων (Εικόνα 4).

Με βάση τα εκάστοτε υπάρχουν αν όχι απειροί, πολλοί τρόποι. Έχω έχω εμφανίσει, το φοιο σκεψής μου.

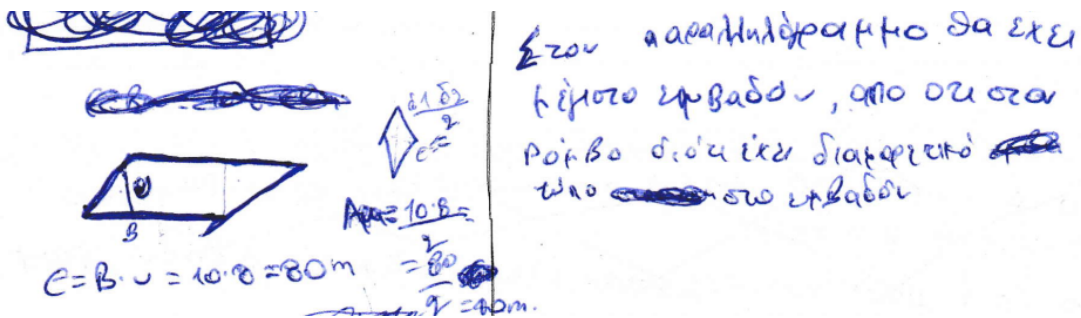
Εικόνα 4: Παράδειγμα από Σχεσιακό επίπεδο (SOLO IV). Κωδ.53S

Τέλος, στην ίδια ερώτηση Α2 ως εκτεταμένη θεώρηση (SOLO V) κατηγοριοποιήθηκαν εκείνες οι απαντήσεις που έδειχναν ότι ο/η μαθητής/τρια κάνει υποθέσεις και παραδοχές ώστε να παρουσιάσει μια γενικευμένη απόδειξη. Για παράδειγμα, ο/η μαθητής/τρια με κωδικό 4 παρουσίασε μία αιτιολόγηση των άπειρων τρόπων διαχωρισμού σε ισοδύναμα χωρία (Εικόνα 5).

Υπάρχουν αμέτρητοι τρόποι για να χωρίσεις με μία ευθεία ένα παραλληλόγραφο σε δύο ισοδύναμα χωρία, διότι οποίο σημείο μπορείς να πάρεις από την πλευρά ΑΒ μπορείς να πάρεις και το αντίστοιχο από την 2Δ, έτσι, η ευθεία που θα διχωνυχθεί από των ένωση αυτών των σημείων θα χωρίσει το σχήμα μας σε δύο ισοδύναμα χωρία που θέλαμε. Το ίδιο μπορεί να συμβεί όμα πάρουμε σημεία από τις πλευρές ΑΔ και 2Β.

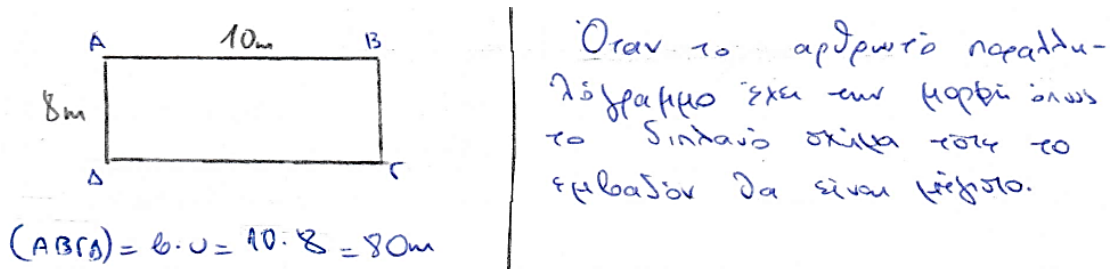
Εικόνα 5: Παράδειγμα από Εκτεταμένη θεώρηση (SOLO V). Κωδ. 4

Από το 2^ο πρόβλημα, το ζητούμενο του Β1 αφορούσε το μέγιστο εμβαδόν ενός αρθρωτού παραλληλογράμμου με διαστάσεις 10m και 8m. Πρόκειται, όπως αναφέρθηκε, για παραλλαγή από το βιβλίο εκπαιδευτικού για το μάθημα της Γεωμετρίας. Η απάντηση κατατάχθηκε στο προ-δομικό επίπεδο (SOLO I) όταν αναφέρθηκαν εξηγήσεις που δεν ισχύουν (Εικόνα 6).



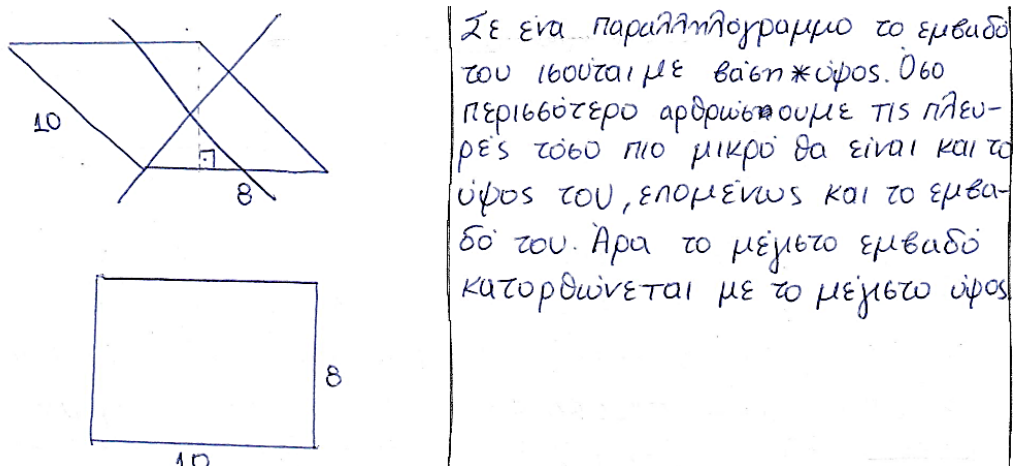
Εικόνα 6: Παράδειγμα από Προ-δομικό επίπεδο (SOLO I). Κωδ. 49S

Στο μονο-δομικό επίπεδο (SOLO II) κατατάχθηκαν απαντήσεις στις οποίες οι μαθητές/τριες ανέφεραν σωστά κάποιο από τα συστατικά της λύσης. Για παράδειγμα, όταν αναφέρθηκε ο τύπος του εμβαδού του ορθογωνίου ή του παραλληλογράμμου (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Παράδειγμα από Μονο-δομικό επίπεδο (SOLO II). Κωδ. 48S

Ως πολυ-δομικό επίπεδο (SOLO III) ορίστηκε η αναφορά σε περισσότερα συστατικά της λύσης, δηλαδή και στο εμβαδόν και στη μεταβολή του ύψους χωρίς όμως να συνδέονται. Στο συγκεκριμένο ερώτημα δεν υπήρξε απάντηση σε πολυ-δομικό επίπεδο καθώς όσοι/ες ανέφεραν περισσότερα συστατικά της λύσης προχώρησαν απευθείας στο σχεσιακό επίπεδο. Στο σχεσιακό επίπεδο (SOLO IV) οι μαθητές/τριες συνέδεσαν τα συστατικά της λύσης δηλαδή εμβαδόν και ύψος προσδιορίζοντας πότε είναι μέγιστο και επέλεξαν το ορθογώνιο. Η παρακάτω απάντηση θεωρήθηκε σχεσιακού επιπέδου διότι περιελάμβανε τόσο την κατανόηση της διαδικασίας για την οποία επιτυγχάνεται το μέγιστο ύψος καθώς και υπό ποιες συνθήκες συνέβαινε αυτό (Εικόνα 8).

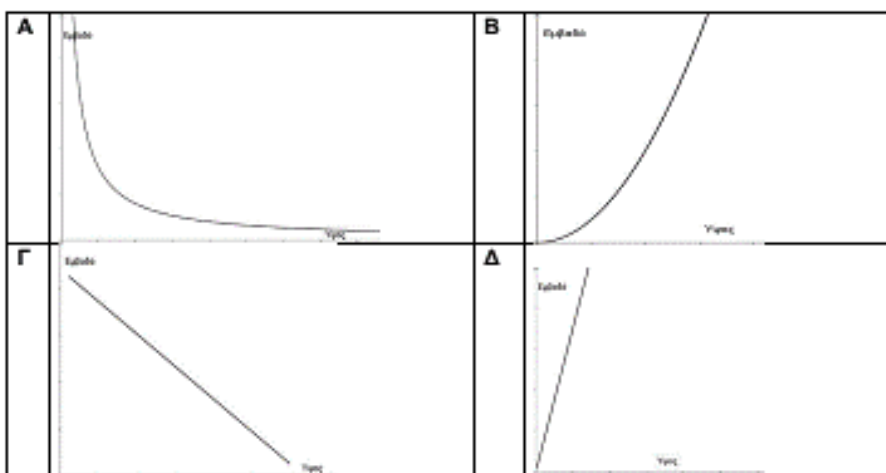


Εικόνα 8: Παράδειγμα από Σχεσιακό επίπεδο (SOLO IV). Κωδ. 47S

Συνεπώς, ζητούμενο στη σχεσιακού (SOLO IV) επιπέδου απάντηση ήταν να εξηγηθεί λεκτικά ή με τύπους ή ακόμη και με μετρήσεις ο λόγος για τον οποίο το εμβαδόν του αρθρωτού παραλληλογράμμου γίνεται μέγιστο, δηλαδή όταν το παραλληλόγραμμο γίνεται ορθογώνιο. Εάν μία απάντηση βρισκόταν μεταξύ δύο επιπέδων, κατηγοριοποιούνταν στο αντίστοιχο κατώτερο επίπεδο SOLO. Για παράδειγμα, εάν βρισκόταν ανάμεσα στο επίπεδο IV και V, κατηγοριοποιήθηκε στο IV.

Τέλος, στο B2 επιχειρήθηκε η σύνδεση με άλλα γνωστικά πεδία και συγκεκριμένα με τις γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων. Δόθηκαν 4 γραφικές παραστάσεις με άξονες Ύψος και Εμβαδόν και ρωτήθηκε ποια από τις τέσσερις εκφράζει την κίνηση του αρθρωτού παραλληλογράμμου με αιτιολόγηση (Εικόνα 9).

ii) Παρακάτω δίνονται τέσσερις γραφικές παραστάσεις που στον οριζόντιο άξονα παριστάνεται το ύψος του αρθρωτού παραλληλογράμμου ενώ τον κατακόρυφο άξονα το εμβαδόν του. Ποια απ' όλες θεωρείς ότι ταιριάζει περισσότερο; Δώσε λεπτομερείς εξηγήσεις.



Εικόνα 9: Εκφώνηση ερωτήματος B2

Όταν ο/η μαθητής/τρια δεν απαντούσε ή απαντούσε λάθος ή βασιζόταν σε δεδομένα που δεν ισχύουν, τότε η απάντηση κατατασσόταν στο προ-δομικό επίπεδο. Ωστόσο, αν χρησιμοποιούσε μόνο ένα δεδομένο ή στοιχείο (π.χ. πρέπει Εμβαδόν \neq 0), η απάντηση κατατασσόταν στο μονο-δομικό επίπεδο (Εικόνα 10).

Περισσότερο ταιριάζει η Α γραφική παράσταση διότι το εμβαδόν και το ύψος δεν παίρνουν την τιμή μηδέν, όπου και στην πραγματικότητα αυτό συμβαίνει, διότι αμα το ύψος ή το εμβαδόν ήταν μηδέν τότε δεν θα μπορούσε να υπάρξει σχήμα.

Εικόνα 10: Παράδειγμα από Μονο-δομικό επίπεδο (SOLO II). Κωδ.4

Όταν αναπτύσσονταν περισσότερα του ενός στοιχεία (π.χ. όταν αυξάνεται το ύψος αυξάνεται και το εμβαδόν ή η βάση είναι σταθερή και άρα το εμβαδόν εξαρτάται μόνο από το ύψος) χωρίς όμως τα παρατιθέμενα στοιχεία να έχουν συνδεθεί με γραφική παράσταση, τότε η απάντηση ανήκε στο *πολυ-δομικό* επίπεδο. Ωστόσο, τέτοιου είδους απάντηση δεν παρατηρήθηκε διότι όσοι/όσες μαθητές/τριες παρέθεσαν σαφέστερες αιτιολογήσεις προχώρησαν στο *σχεσιακό* επίπεδο. Συνεπώς, εφόσον ο/η μαθητής/τρια ανέπτυξε περαιτέρω το αφήγημά του/της με σχέσεις μεταξύ στοιχείων που είχε παραθέσει (π.χ. να δώσει στοιχεία για το εμβαδόν και να δώσει κάποιου είδους συσχέτιση με τις γραφικές παραστάσεις) τότε η απάντησή του/της κατηγοριοποιήθηκε στο *σχεσιακό* επίπεδο (Εικόνα 11).

Το Δ πιστεύω ότι ταιριάζει καλύτερα στις
θεώσεις που έχω κάνει αφού η σχέση για
εμβαδόν παρμεν είναι πολλαπλός και άρα το
εμβαδόν "ανεβαίνει" όσο "ανεβαίνει" και το ύψος.
(για αυτό δουλεύω τα: Α, Γ)

Εικόνα 11 : Παράδειγμα από Σχεσιακό επίπεδο (SOLO IV). Κωδ.9

Τέλος, η απάντηση κατατάχθηκε στη μέγιστη βαθμολογία της, στο επίπεδο της *εκτεταμένης* θεώρησης (SOLO V) όταν ο/η μαθητής/τρια συνέδεε τη γνώση για το εμβαδόν με άλλο γνωστικό πεδίο (γραφικές παραστάσεις συναρτήσεων). Τέτοιου επιπέδου απάντηση που περιέχει γενικεύσεις και υποθέσεις (π.χ. Εικόνα 12) κατατάχθηκε, από την ερευνητική ομάδα, στο επίπεδο V.

$Εμβ. παρ = βάση \cdot ύψος$
Με την προϋπόθεση ότι η βάση ^{παραμένει} σταθερή, η
επίσταση είναι της μορφής $y = ax$ οπότε προκύπτει για
εμβαδόν που αυξάνει από την αρχή του y τότε το x

Εικόνα 12: Παράδειγμα από Εκτεταμένη θεώρηση (SOLO V). Κωδ.1

Ο Πίνακας 2 συνοψίζει την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών/τριών σε κάθε πρόβλημα. Αξίζει να διευκρινιστεί ότι όταν ένα κελί εμφανίζεται σκιασμένο γκρι σημαίνει ότι η ερώτηση σταματούσε σε κάποιο χαμηλότερο επίπεδο SOLO. Όταν το κελί γράφει μηδέν σημαίνει ότι οι μαθητές/τριες δεν απάντησαν με τέτοιο τρόπο παρόλο που η ερώτηση θα μπορούσε να απαντηθεί έτσι. Συνολικά, επιδιώχθηκε από την ερευνητική ομάδα η διερεύνηση δύο πυλώνων για το επίπεδο 5. Ο ένας (στην πρώτη δραστηριότητα) αφορούσε το επίπεδο γενίκευσης που μπορούν να επιτύχουν οι μαθητές/τριες και ο άλλος (στη δεύτερη

δραστηριότητα) κατά πόσο μπορεί να υπάρξει σύνδεση της Γεωμετρίας και συγκεκριμένα η ενότητα των εμβαδών, με άλλα γνωστικά πεδία.

Επίπεδο SOLO	1ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ		2ο ΠΡΟΒΛΗΜΑ	
	A1	A2	B1	B2
I	5	62	51	57
II	37	1	4	1
III	25	0	0	0
IV		1	12	1
V		3		8
	67	67	67	67

Πίνακας 2: Κατηγοριοποίηση απαντήσεων

Συζήτηση

Με βάση τη διερεύνηση της χρήσης της ταξινόμιας SOLO ως μεθόδου καταγραφής στόχου και ενίσχυσης της διαμορφωτικής αξιολόγησης, μπορούν να αναφερθούν ορισμένες παρατηρήσεις για τα θετικά στοιχεία που εντοπίστηκαν αλλά και τα σημεία τα οποία προβλημάτισαν. Αρχικά, η καταγραφή των στόχων με την ταξινόμια SOLO διευκόλυνε την άμεση σύνδεση με το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης. Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, η γνώση χτίζεται και προστίθεται ή αναθεωρεί προηγούμενες γνωστικές κατασκευές, απόψεις και στάσεις στα πλαίσια μιας συνεχούς και ενεργής μαθησιακής διαδικασίας (Rannikmäe et al., 2020). Μπορεί να υποστηριχθεί ότι αυτό το χτίσιμο της γνώσης με δομικά χαρακτηριστικά παρουσιάζεται στην ταξινόμια SOLO με έναν ξεκάθαρο τρόπο, από το ένα στοιχείο στα πολλά και στη συνέχεια στη γενίκευση και μεταφορά γνώσης. Αξίζει να διευκρινιστεί ότι για να υπερβούν το επίπεδο SOLO III οι μαθητές/τριες πρέπει να ενισχύσουν τη νοηματοδότηση της εργασίας που τους ανατέθηκε (Biggs & Collins, 1982, σ. 201).

Αντίθετα, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι η ταξινόμια Bloom παρουσιάζει με τον ίδιο τρόπο την πορεία γνώσης, όπως συζητήθηκε νωρίτερα. Επομένως, αν και σε γενικές γραμμές ο διαχωρισμός σε χαμηλές και υψηλές γνωστικές διεργασίες είναι επαρκής, η ταξινόμια δεν αντανακλά πάντοτε μία αντιστοίχως σαφή γνωστική πορεία μάθησης.

Επιπρόσθετα, καθώς η ταξινόμια SOLO δίνει έμφαση στην αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, η χρήση της ταξινόμιας ήταν ιδιαίτερα βοηθητική στις δραστηριότητες διαμορφωτικής αξιολόγησης. Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών στη διαμορφωτική αξιολόγηση μπορούσαν να τοποθετηθούν σε κάποιο από τα πέντε επίπεδα SOLO. Έτσι, μπορούσε άμεσα να φανεί το επόμενο βήμα της μάθησης, που στοχεύει στην επίτευξη του

επόμενου επιπέδου SOLO. Σύμφωνα με τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης, που έχει προτείνει ο Vygotsky (1978) και την τεχνική της σκαλωσιάς (scaffolding), ο/η μαθητής/τρια μαθαίνει, καθώς εργάζεται στη ζώνη εκτός των γνώσεων και δεξιοτήτων που έχει ήδη κατακτήσει με κατάλληλη υποστήριξη από τον/την εκπαιδευτικό και τους συμμαθητές/τριες του/της (Taber, 2020).

Συνδυάζοντας αυτά τα δύο θετικά χαρακτηριστικά της ταξινομίας, προτείνεται αυτή η μέθοδος καταγραφής να αποτελεί τη βάση για ρουμπρικές αυτοαξιολόγησης που θα χρησιμοποιούνται από τους/τις ίδιους/ες μαθητές/τριες στην τάξη. Η ρουμπρίκα είναι ένα σημαντικό εργαλείο αυτοαξιολόγησης (Andrade, 2008), η οποία προωθεί την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση (Andrade & Valtcheva, 2009). Η ρουμπρίκα θα μπορούσε να χρησιμοποιεί τα επίπεδα SOLO, καθώς η συγκεκριμένη ταξινομία βοηθάει ιδιαίτερα στην καταγραφή στόχων με απλές έννοιες, ξεκινώντας από την απλή κατανόηση μεμονωμένων εννοιών και διαδικασιών. Οπότε οι μαθητές/τριες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα επίπεδα για να αυτοαξιολογήσουν τη δική τους απάντηση, να εντοπίσουν τη θέση τους στο γνωστικό συνεχές και να προτείνουν με σχετική ευκολία ποιο είναι το αμέσως επόμενο βήμα στη μάθησή τους. Εξάλλου, σύμφωνα με το πιο πρόσφατο μοντέλο ανατροφοδότησης, οι ίδιοι/ες οι μαθητές/τριες πρέπει να τοποθετούνται στο κέντρο της διαδικασίας (Panadero & Lipnevich, 2022).

Ωστόσο υπάρχει ένα σημείο, το οποίο δυσκολεύει την εφαρμογή της ταξινομίας και προβλημάτισε κατά την καταγραφή στο στάδιο της στοχοθεσίας. Αυτό είναι ο ορισμός της μονάδας γνώσης για το *μονο-δομικό* επίπεδο. Όταν ξεκινάει η καταγραφή των στόχων και κάποιος στόχος αναφέρεται σε *μονο-δομικό* επίπεδο, ένας προβληματισμός είναι πόσο μικρή πρέπει να είναι αυτή η μονάδα γνώσης. Ουσιαστικά, η μονάδα γνώσης αλλάζει ανάλογα με την τάξη ή ακόμη και σε επίπεδο μαθητή/τριας σε πλαίσιο διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Για παράδειγμα, ο υπολογισμός εμβαδού παραλληλογράμμου μπορεί να θεωρηθεί ως μία μονάδα γνώσης για το *μονο-δομικό* επίπεδο στο Λύκειο, αλλά πιθανότατα δε θα είχε θεωρηθεί μία μονάδα γνώσης σε μία τάξη δημοτικού σχολείου. Ουσιαστικά, στην ταξινομία SOLO κάτι το οποίο αποτελεί το πέμπτο στάδιο της *εκτεταμένης θεώρησης* σε έναν κύκλο μάθησης μπορεί να αποτελέσει το *μονο-δομικό* επίπεδο σε μεταγενέστερο νέο κύκλο μάθησης (Jurdak, 1991).

Αυτό βέβαια μπορεί να παρατηρηθεί και με άλλες ταξινομίες. Για παράδειγμα, στην ταξινομία Bloom όπου η σύνθεση τοποθετείται ως υψηλή γνωστική διεργασία ενώ η ανάκληση ως χαμηλότερη, κάτι που μπορεί να αποτελεί σύνθεση σε μία δραστηριότητα σε κάποια τάξη του δημοτικού σχολείου, μπορεί απλώς να απαιτεί ανάκληση σε μία μεγαλύτερη τάξη.

Αξίζει να τονιστεί ότι εάν εφαρμόζεται διαφοροποιημένη διδασκαλία και η διαφοροποίηση γίνεται σε επίπεδο μαθησιακών στόχων, τότε μπορεί να υποστηριχθεί ότι η μονάδα γνώσης εντός της ίδιας τάξης θα διαφοροποιείται και σε επίπεδο μαθητή/τριας.

Επομένως, προτείνεται όταν τα μαθησιακά αποτελέσματα κρίνονται με την ταξινομία SOLO να μην θεωρείται ότι η τοποθέτηση ενός/μιας μαθητή/τριας σε κάποιο επίπεδο είναι γενικός χαρακτηρισμός της επίδοσής του/της αλλά σχετίζεται άμεσα με το πώς έχει οριστεί η μονάδα

γνώσης στο μονο-δομικό επίπεδο. Ως μονάδα γνώσης μπορεί να οριστεί η καινούρια πληροφορία και γνώση του κάθε μαθήματος. Όπως προτείνουν και οι Biggs and Collins (1982, σ. 23) με την ταξινόμια SOLO δεν γίνεται γενίκευση των αποτελεσμάτων για την αξιολόγηση των μαθητών/τριών αλλά αφορά μόνο μία συγκεκριμένη αξιολόγηση κάθε φορά για το συγκεκριμένο αντικείμενο που έχει διδαχθεί. Συνεπώς, είναι κρίσιμο οι στόχοι να καταγράφονται σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών λαμβάνοντας υπόψη τι θεωρείται προαπαιτούμενο και ποια είναι η καινούρια γνώση για κάθε τάξη.

Περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα εφαρμόστηκε μόνο σε τρία τμήματα και για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Επομένως, αν και προκύπτουν κάποια θετικά αρχικά ευρήματα για τη μέθοδο και τη λειτουργικότητά της, θα πρέπει να γίνει περαιτέρω μελέτη. Το περιεχόμενο και η μορφή των δραστηριοτήτων μπορεί να επηρέασαν τις απαντήσεις των μαθητών/τριών. Ωστόσο, η έρευνα προτείνει τη μέθοδο και δεν εστιάζει στο περιεχόμενο καθαυτό. Επιπλέον, η μέθοδος δεν χρησιμοποιήθηκε σε πλαίσιο διαφοροποίησης στόχων, καθώς κοινοί στόχοι χρησιμοποιήθηκαν για όλους/ες τους/τις συμμετέχοντες/ουσες. Μελλοντικές έρευνες θα χρειαστεί να εξετάσουν τη χρήση της ταξινόμιας SOLO και στο πλαίσιο διαφοροποιημένης διδασκαλίας.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα πρότεινε τη χρήση της ταξινόμιας SOLO στο μάθημα της Γεωμετρίας στο Λύκειο για την καταγραφή διδακτικών στόχων και την ενίσχυση πρακτικών διαμορφωτικής αξιολόγησης. Ωστόσο, αντίστοιχη χρήση της ταξινόμιας μπορεί να πραγματοποιηθεί και στο πλαίσιο του μαθήματος της Άλγεβρας και άλλων μαθημάτων. Η έρευνα υποστήριξε τη σύνδεση της ταξινόμιας SOLO με τον εποικοδομητισμό και εξήγησε πώς η χρήση της μπορεί να αναδείξει τη γνωστική πορεία μάθησης για την υποστήριξη πρακτικών διαμορφωτικής αξιολόγησης. Επίσης, η έρευνα πραγματεύτηκε την πιθανή δυσκολία ορισμού της μονάδας γνώσης για το μονο-δομικό επίπεδο και πώς το αναλυτικό πρόγραμμα είναι αυτό που καθορίζει τι αποτελεί μονάδα γνώσης για κάθε τάξη του σχολείου. Η έρευνα προτείνει τη χρήση της ταξινόμιας ως μέθοδο καταγραφής στόχων και τονίζει τη χρησιμότητα ειδικά στις ρουμπρίκες αυτοαξιολόγησης μαθητών/τριών για τον εντοπισμό του επόμενου βήματος μάθησής τους, σύμφωνα με τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης του Vygotsky.

Βιβλιογραφία

- Andrade, H. (2008). Self-assessment through rubrics. *Educational Leadership*, 65(4), 60-63.
- Andrade, H., & Valtcheva, A. (2009). Promoting learning and achievement through self-assessment. *Theory into Practice*, 48(1), 12-19.
<https://doi.org/10.1080/00405840802577544>
- Biggs, J. (2003). Aligning teaching and assessing to course objectives. *Teaching and learning in higher education: New trends and innovations*, 2(4), 13-17.

- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. Longman.
- Groothuisen, S. E. A., Bronkhorst, L. H., Prins, G. T., & Kuiper, W. (2023). Designing for impact? Identifying characteristics of teacher-researchers' practice-oriented educational research studies with impact. *International Journal of Educational Research Open*, 4, 100224. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2022.100224>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Jurdak, M. (1991). Van Hiele levels and the SOLO taxonomy. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 22(1), 57-60. <https://doi.org/10.1080/0020739910220109>
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2
- Martin, S. (2011). *Using SOLO as a framework for teaching. A case study in maximising achievement in science*. Essential Resources Educational Publishers.
- Ormell, C. P. (1974). Bloom's taxonomy and the objectives of education. *Educational Research*, 17(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/0013188740170101>
- Panadero, E., & Lipnevich, A. A. (2022). A review of feedback models and typologies: Towards an integrative model of feedback elements. *Educational Research Review*, 35, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100416>
- Pring, R. (1971). Bloom's Taxonomy: A philosophical critique (2). *Cambridge Journal of Education*, 1(2), 83-91.
- Rannikmäe, M., Holbrook, J., & Soobard, R. (2020). Social Constructivism—Jerome Bruner. In B. Akpan & T. J. Kennedy (Eds.), *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory* (pp. 259-275). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_18
- Taber, K. S. (2020). Mediated learning leading development—The social development theory of Lev Vygotsky. In B. Akpan & T.J. Kennedy (Eds.), *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory* (pp. 277-291). Springer.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- White, J. (2004). *Rethinking the school curriculum: Values, Aims and Purposes*. Routledge.
- William, D. (2013). Assessment: The bridge between teaching and learning. *Voices from the Middle*, 21(2), 15-20. <https://doi.org/10.58680/vm201324461>

- Αλέτρας, Κ. (2013). *Προγραμματίζοντας στο δημοτικό με BYOB: μία εμπειρική μελέτη* [Πτυχιακή εργασία]. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Αργυρόπουλος, Η., Βλάμος, Π., Κατσούλης, Γ., Μαρκάτης, Σ. & Σιδέρης, Π. (2000). Βιβλίο Καθηγητή για τη Διδασκαλία της Ευκλείδειας Γεωμετρίας στις Α' και Β' τάξεις Γενικού Λυκείου. Υπουργείο Παιδείας Δια Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων και Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος»
<http://ebooks.edu.gr/ebooks/handle/8547/4911>
- Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2010). Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών της Γ' Λυκείου για την έννοια του πίνακα χρησιμοποιώντας την ταξινομία SOLO. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Γόγουλου & Ε. Γουλή (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ. 81-90). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. <https://www.etpe.gr/conferences/5o-synedrio-didaktiki-tis-pliroforikis/>
- Βραχνός, Ε., & Τζιμογιάννης, Α. (2014). Αναπαραστάσεις μαθητών και φοιτητών για τον αλγόριθμο ταξινόμησης ευθείας ανταλλαγής: Μια ανάλυση βασισμένη στην ταξινομία SOLO. Στο Αναστασιάδης, Π., Ζαράνης, Ν., Οικονομίδης, Β. & Καλογιαννάκης, Μ. (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ. 72-81). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.
<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4375>
- Βλιώρα, Ε., Μουζάκης, Χ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2015). Αξιοποίηση του Λογισμικού Algodoo στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Μελέτη Περίπτωσης για τη Διδασκαλία της Διάθλασης του Φωτός. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα & Πράξη (50-51)*, 7-21.
- Γεωργόπουλος, Κ. (2010). *Ο ρόλος των αναπαραστάσεων στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών που εμφανίζονται σε φαινόμενα του φυσικού κόσμου μέσα από περιβάλλοντα ΤΠΕ* [Διδακτορική Διατριβή]. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/28792>
- Γκαρτζονίκας, Β. (2017). *Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της Φυσικής: Μία εμπειρική μελέτη*. [Μεταπτυχιακή Εργασία]. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ζιώγα, Σ. (2018). *Το μοντέλο της ιεραρχικής αξιολόγησης γνώσεων προγραμματισμού: Μία εμπειρική μελέτη* [Μεταπτυχιακή Εργασία]. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Μπαρκάτσας, Α. (1999). Η ταξινομία SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome-Δομή Παρατηρούμενου Μαθησιακού Προϊόντος) και οι εφαρμογές της στη μαθηματική παιδεία: Μια σύγχρονη θεωρία μάθησης με τεράστιο ερευνητικό και αξιολογικό δυναμικό. Στο *16ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας: Μαθηματικά, Νέα Γενιά και Κοινωνία* (σσ. 88-98). Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία.
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2023). *Οδηγίες για τη διδασκαλία των μαθημάτων της Άλγεβρας και της Γεωμετρίας των Α' και Β' τάξεων του Ημερήσιου και του Εσπερινού*

Γενικού Λυκείου για το σχολικό έτος 2023-2024. Ανακτήθηκε από:
<https://iep.edu.gr/el/graf-b-yliko-2023-2024/geniko-lykeio-2023-2024>

Κατσούλας, Κ., Κατσούλας, Σ., & Κατσούλας, Χ. (2013). Διερεύνηση της μάθησης εννοιών προγραμματισμού με το Scratch από μαθητές Ε' και ΣΤ' δημοτικού με βάση μια μεικτή ταξινόμια Bloom και SOLO. Στο Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ. Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, & Α. Χαλκίδης (επιμ.) *Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ.153-160). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4454>

Κουτσάκας Φ., & Roberts, R. (2005). Μελέτη του αντίκτυπου της χρήσης του περιβάλλοντος δυναμικής προσομοίωσης εκτέλεσης κώδικα Dynalab στη μαθησιακή διαδικασία του προγραμματισμού των Η/Υ μέσω της ποιοτικής αξιολόγησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων μαθητών. Στο 3^ο Συνέδριο στη Σύρο – ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (σσ. 50-60). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6150>

Κούτρας, Γ., & Τζιμογιάννης, Α. (2015). Σχεδιασμός και Μελέτη Μιας Διαθεματικής Παρέμβασης Κινητής Μάθησης στα Πλαίσια του Μαθήματος της Ιστορίας ΣΤ' Δημοτικού. Στο Β. Δαγδιλέλης, Α. Λαδιάς, Κ. Μπίκος, Ε. Ντρενογιάννη, & Μ. Τσιτουρίδου (επιμ.). *Πρακτικά Εργασιών 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ. 732-741). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4260>

Κώτσης, Κ. Θ., & Ευαγγέλου, Φ. Β. (2012). Μαθησιακά αποτελέσματα μετά από την εκτέλεση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων Φυσικής σε μαθητές Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού σχετικά με την έννοια του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(3), 141-158.

Λαδιάς, Δ., Μικρόπουλος, Α., Πλεσιώτης, Η., & Λαδιάς, Α. (2019). Η ταξινόμια SOLO στις προγραμματιστικές δομές ακολουθίας στο Scratch. Στο Γ. Κουτρομάνος και Λ. Γαλάνη (επιμ.) *Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σσ. 474-482). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/issue/view/142/66>

Μπάκουλη, Β. (2013). *Η εννοιολογική χαρτογράφηση ως γνωστικό εργαλείο στο δημοτικό σχολείο: μια μελέτη περίπτωσης για τη διδασκαλία του αναπνευστικού και του κυκλοφορικού συστήματος* [Μεταπτυχιακή εργασία]. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Μπέλλου, Ι., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). Μέθοδος για την Ιεραρχική Αξιολόγηση Γνώσεων Προγραμματισμού. Στο Β. Κόμης (επιμ.) *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σσ. 111-120). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην

Εκπαίδευση.

<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5856>

- Νιφορά, Ν. (2015). *Διερευνητικές μαθησιακές δραστηριότητες βασισμένες σε ΤΠΕ: Μια διδακτική παρέμβαση για έννοιες του ηλεκτρισμού στο δημοτικό σχολείο* [Μεταπτυχιακή εργασία]. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Παντάζου, Δ., & Καλογιαννάκης, Μ. (2017). Η χρήση διαφορετικών πειραματικών εργαλείων για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού της Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτισης, & Χ. Παναγιωτακόπουλος (επιμ.) *Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σελ. 713-724). Ελληνική Επιστημονική Ένωση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4123>
- Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (2007). *Οδηγίες για την διδακτέα ύλη και τη διδασκαλία των ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ του ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ κατά το σχολικό έτος 2007-2008*. Οργανισμός Έκδοσης Διδακτικών Βιβλίων. Ανακτήθηκε από <https://www.mathematica.gr/forum/viewtopic.php?t=3355#p18045>
- Χρυσοστόμου, Μ. Β. (2014). *Η δομή και η ανάπτυξη της αλγεβρικής σκέψης* [Διδακτορική διατριβή]. Πανεπιστήμιο Κύπρου.