ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

12ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Διδακτική της Πληροφορικής»

Μη Συνδεδεμένες Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης σε Μαθητές/τριες Γυμνασίου. Μια Μελέτη Περίπτωσης με την Αξιοποίηση της SOLO Taxonomy

Κωνσταντίνος Καραπάνος, Βασίλης Κόμης, Γεώργιος Φεσάκης, Κωνσταντίνος Λαβίδας, Σταυρούλα Πραντσούδη

doi: 10.12681/cetpe.9224

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καραπάνος Κ., Κόμης Β., Φεσάκης Γ., Λαβίδας Κ., & Πραντσούδη Σ. (2025). Μη Συνδεδεμένες Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης σε Μαθητές/τριες Γυμνασίου. Μια Μελέτη Περίπτωσης με την Αξιοποίηση της SOLO Taxonomy. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 168–177. https://doi.org/10.12681/cetpe.9224

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 22/01/2026 23:02:00

Μη Συνδεδεμένες Δραστηριότητες για τη Διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης σε Μαθητές/τριες Γυμνασίου. Μια Μελέτη Περίπτωσης με την Αξιοποίηση της SOLO Taxonomy

Κωνσταντίνος Καραπάνος[1], Βασίλης Κόμης[1], Γεώργιος Φεσάκης[2], Κωνσταντίνος Λαβίδας[1], Σταυρούλα Πραντσούδη[2]
kkarapanos@sch.gr, komis@upatras.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, lavidas@upatras.gr, stapran@rhodes.aegean.gr
[1]Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών
[2]Τμήμα Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε την αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής παρέμβασης για τη διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης (ΔΑ), με χρήση αποκλειστικά αποσυνδεδεμένων από τον υπολογιστή δραστηριοτήτων, στο μάθημα της Πληροφορικής της Γ' Γυμνασίου. Συμμετείχαν 47 μαθητές/τριες από δύο τμήματα του Μουσικού Σχολείου της Πάτρας. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η γνωστική πορεία των μαθητών/τριών με βάση την ταξινομία SOLO. Η χρήση τέτοιων δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία των ΔΑ φαίνεται να αποδίδει ικανοποιητικά, αφού μετά την υλοποίηση του σεναρίου οι μαθητές/τριες βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους σε σχέση με τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Προτείνεται παρεμβάσεις αυτού του είδους για τη διδασκαλία των ΔΑ να εφαρμοστούν και σε άλλες τάξεις του Γυμνασίου με κατάλληλες προσαρμογές του διδακτικού σεναρίου. Παρόμοιες έρευνες θα μπορούσαν να υλοποιηθούν για τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σχετικά και με άλλες έννοιες της ΤΝ, με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης εγγραμματισμού στην Τεχνητή Νοημοσύνη.

Λέξεις κλειδιά: δέντρα απόφασης, μηχανική μάθηση, ταξινομία SOLO, τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση

Εισαγωγή

Από την τεχνολογία αναγνώρισης προσώπου, τα έξυπνα σπίτια και οχήματα, έως τους ψηφιακούς βοηθούς ή τα chatbots, η Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) μέσα από τις εφαρμογές της, έχει επιφέρει τεράστιες αλλαγές στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Ήδη οι μαθητές/τριες από πολύ μικρή ηλικία, έρχονται σε επαφή με εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση, την υγεία, την ψυχαγωγία ακόμη και τη ρομποτική (Druga et al., 2019). Η πλειονότητα των εξελίξεων στην ΤΝ σήμερα οφείλεται στα μοντέλα Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning - ML) (Rodríguez-García et al., 2021).

Η διείσδυση των εφαρμογών ΜΜ στην καθημερινότητα των νέων, εύλογα δημιουργεί την ανάγκη προσαρμογής του ρόλου του σχολείου προς την κατεύθυνση της προετοιμασίας των μαθητών/τριών να αναπτύξουν τις βασικές γνώσεις και δεξιότητες που απαιτεί η τεχνολογία ΤΝ. Στο πλαίσιο αυτό καταγράφονται αρχικές ερευνητικές προσπάθειες για τη δημιουργία μιας βάσης γνώσεων, που θα ενσωματώνει στο σχολικό σύστημα μέσης εκπαίδευσης κατάλληλες δραστηριότητες υποστήριξης της διδασκαλίας της μηχανικής μάθησης (Sanusi et al., 2023· Lee et al., 2021· Sabuncuoglu, 2020· Ξόμαλης, 2022). Μάλιστα μια κοινή πεποίθηση των ερευνητών είναι ότι η διδασκαλία αλγορίθμων και εννοιών μηχανικής μάθησης σε

μαθητές/τριες μέσης εκπαίδευσης (ηλικίας 12-15 ετών) είναι μεν εφικτή, θα πρέπει όμως να γίνει με τρόπο διαδραστικό και ελκυστικό (Ma et al., 2023).

Στο πλαίσιο αυτό η χρήση μη συνδεδεμένων σε υπολογιστή (Unplugged) δραστηριοτήτων φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην διδασκαλία της ΤΝ, συμπληρώνοντας τις δραστηριότητες προγραμματισμού και συμβάλλοντας στην ολιστική κατανόηση των εννοιών (Lee et al., 2021). Ωστόσο, η διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων αυτών των προσεγγίσεων είναι αρκετά περιορισμένη και διαφαίνεται έλλειψη επαρκούς εμπειρίας ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματική εισαγωγή των μαθητών/τριών στις έννοιες αυτές.

Ως συμβολή στο πεδίο αυτό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση βασισμένη στο νέο ΑΠΣ Πληροφορικής Γυμνασίου (ΙΕΠ, 2023) της Ελλάδας. Διερευνήθηκε εάν η ενασχόληση των μαθητών/τριών με Δέντρα Απόφασης (ΔΑ) που βασίζονται σε δεδομένα, μέσω Unplugged δραστηριοτήτων, είναι εφαρμόσιμη και μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση αυτών των εννοιών. Υπάρχουσες ερευνητικές προσπάθειες, αν και περιορισμένες, προτείνουν τη χρήση μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων (Fleischer et al., 2024· Lindner et al., 2019· Ma et al., 2023), στη διδασκαλία των ΔΑ, ενώ συμφωνούν ότι οι δραστηριότητες χωρίς σύνδεση μπορούν να κάνουν τις πολύπλοκες έννοιες πιο εύπεπτες για τους νεότερους μαθητές.

Κατά τη διερεύνηση αυτή, αξιοποιήθηκε η στοχοταξινομία Structure of the Observed Learning Outcome (SOLO), για την αποτύπωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, προσφέροντας ένα πιο δυναμικό και αναπτυξιακό μοντέλο αξιολόγησης της μάθησης. Η ταξινομία SOLO ταξινομεί τις επιδόσεις με βάση τη δομική πολυπλοκότητα της κατανόησης των μαθητών/τριών, που κυμαίνεται από προ-δομική έως εκτεταμένη αφηρημένη κατανόηση που αντιστοιχεί στη γενίκευση (Biggs & Collis, 1982).

Στόχος-ερευνητικά ερωτήματα

Στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η γνωστική πορεία μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου, κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, αξιοποιώντας την στοχοταξινομία SOLO. Η έρευνα αφορά την υλοποίηση αποκλειστικά μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων και την εφαρμογή της ταξινομίας SOLO για τη μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Το πλαίσιο υλοποίησης της διδακτικής παρέμβασης, περιλαμβάνει τρεις βασικές συνιστώσες: 1) Διδασκαλία μηχανικής μάθησης με τη χρήση δέντρων απόφασης και εστίαση στα δεδομένα, 2) Εφαρμογή σε μαθητές/τριες Γ΄ Γυμνασίου με αποκλειστικά αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, 3) Κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων με βάση τα επίπεδα της ταξινομίας SOLO. Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώθηκαν είναι:

1. Σε ποιο βαθμό βελτιώνεται η επίδοση μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου μετά από μια διδακτική παρέμβαση με Δέντρα Απόφασης και αξιοποίηση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων;
2. Ποια είναι η γνωστική πορεία μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου, κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, ιεραρχημένη στα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO;

Θεωρητικό πλαίσιο

Η προσέγγιση διερεύνησης των αντιλήψεων και εμπειριών των παιδιών κατά την ενασχόλησή τους με τη μηχανική μάθηση βασίστηκε στις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες της μάθησης και της συμμετοχής (Vygotsky et al., 1978). Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν ενεργά μέσω ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων προβληματισμού, στην αξιοποίηση των

υπαρχουσών γνώσεων και παραδειγμάτων από το εγγύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό τους πλαίσιο (Sanusi et al., 2023· Vartiainen et al., 2020).

Όσον αφορά τη χρήση μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων στη διδασκαλία εννοιών ΤΝ, θεωρείται πιο ωφέλιμη από την άμεση χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, για τους παρακάτω λόγους: α) Μειώνει το γνωστικό φορτίο εφόσον αποφεύγεται η διδασκαλία εννοιών και τεχνικών προγραμματισμού, ειδικά στο γυμνάσιο (Fleischer et al., 2024), β) Αξιοποιεί φυσικά υλικά (κάρτες δεδομένων, σχεδιαγράμματα, 3D εξαρτήματα) που κάνουν τις αφηρημένες έννοιες χειροπιαστές και άμεσα αντιληπτές, γ) Συμβάλλει στην καλύτερα κατανόηση της διαδικασίας λήψης μιας απόφασης, όπως στα ΔΑ (Lehner & Landman, 2024), δ) Ενισχύει την συνεισφορά της συνεργατικής μάθησης, καθώς οι συμμετέχοντες καλούνται να πάρουν αποφάσεις, να δοκιμάσουν κανόνες και υποθέσεις (Williams et al., 2023).

Επιπλέον, η αποτύπωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων με την αξιοποίηση της ταξινομίας SOLO αφενός παρέχει ένα σαφές πλαίσιο για την αξιολόγηση του βαθμού κατανόησης των μαθητών, το οποίο είναι απαραίτητο κατά τη διδασκαλία σύνθετων εννοιών ΤΝ αφετέρου βοηθά τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν μαθησιακές δραστηριότητες που προάγουν προοδευτικά βαθύτερα επίπεδα σκέψης, από την προ-δομική έως τη σχεσιακή και την εκτεταμένη κατανόηση. Ακόμη περισσότερο υποστηρίζει την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, συμβάλλοντας στον αναστοχασμό της μαθησιακής διαδικασίας.

Να σημειώσουμε ότι δεν εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία προηγούμενη έρευνα αποτύπωσης μαθησιακών αποτελεσμάτων κατά τη διδασκαλία Δέντρων Απόφασης σε μαθητές/τριες Γυμνασίου, σύμφωνα με τα επίπεδα της στοχοταξινομίας SOLO. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένας οδηγός ταξινόμησης SOLO για την αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών/τριών στην εκμάθηση δέντρων αποφάσεων, προσαρμοσμένος σε μαθητές/τριες της μέσης εκπαίδευσης και ευθυγραμμισμένος με την ιεραρχική φύση των επιπέδων SOLO (Δομή του Παρατηρούμενου Μαθησιακού Αποτελέσματος).

Μεθοδολογία

Σχεδιασμός της μελέτης

Η διδασκαλία εννοιών ΤΝ και ΜΜ στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα εισήχθη πρόσφατα, με την νομοθέτηση του νέου ΑΠΣ Πληροφορικής Γυμνασίου το οποίο εφαρμόστηκε συμπληρωματικά στο υπάρχων ΑΠΣ των Γυμνασίων της χώρας, κατά το σχ. έτος 2024-2025. Στο Θεματικό πεδίο 1/ Υποενότητα 1.3.3 και στο Θεματικό πεδίο 5 / Υποενότητα 5.2.3., οι εκπαιδευτικοί έχουν τη δυνατότητα να εμπλέξουν τους/τις μαθητές/τριες με την διδασκαλία εννοιών και εφαρμογών ΤΝ. Το περιεχόμενο σπουδών είναι ανοικτό σε διαφορετικές προσεγγίσεις και πειραματισμό για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/τριες μαθαίνουν και/ή μεταβάλλουν τις αντιλήψεις τους σχετικά με τις ανωτέρω έννοιες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σχεδιάστηκε ένα προ-πείραμα με δραστηριότητες διδασκαλίας μηχανικής μάθησης μέσω δέντρων απόφασης. Κατά την διάρκεια εξέλιξης των φάσεων του σεναρίου, εφαρμόστηκε ένας σχεδιασμός με τέσσερα συνολικά test (pre-test-1st intermediate test, 2nd intermediate test, post-test) για να αξιολογηθεί το πρόγραμμα παρέμβασης και να καταγραφεί η γνωστική πορεία των μαθητών/τριών, με βάση τα μαθησιακά τους αποτελέσματα, στα τρία ιεραρχημένα επίπεδα Μονοδομικό, Πολυδομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO.

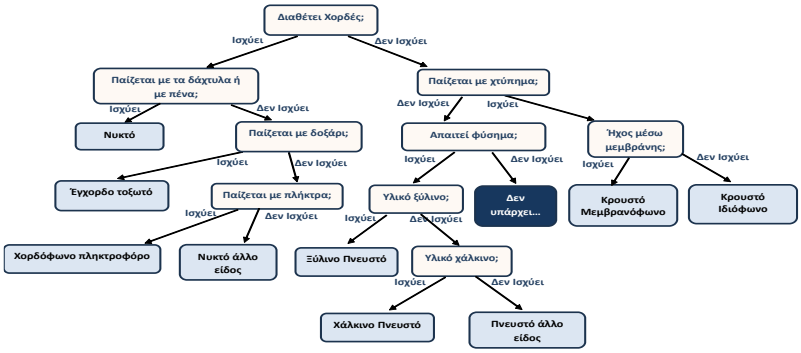
Συμμετέχοντες και πλαίσιο

Η μελέτη διεξήχθη σε ένα δημόσιο γυμνάσιο και συγκεκριμένα στο Μουσικό Σχολείο της Πάτρας, κατά τη διδασκαλία εννοιών και μεθόδων ΜΜ, στο πλαίσιο του νέου ΑΠΣ

Πληροφορικής και εφαρμόστηκε από τον ερευνητή-εκπαιδευτικό της τάξης. Το σενάριο περιλάμβανε πέντε συνεδρίες διάρκειας 45 λεπτών η κάθε μία, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν τον Μάρτιο του 2025. Συμμετείχαν συνολικά 47 μαθητές/τριες από δύο τμήματα της Γ΄ Γυμνασίου, οι οποίοι/ες εργάζονταν συνεργατικά σε ομάδες συνήθως των τριών ατόμων. Η αριθμητική εκπροσώπηση των δύο φύλων ήταν, 14 αγόρια και 33 κορίτσια ενώ οι ηλικίες τους κυμαίνονταν μεταξύ 14 και 15 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι δεν είχαν διδαχθεί στο παρελθόν καμία από τις υπό εξέταση έννοιες, ενώ παρακολουθούν το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών πληροφορικής.

Σύντομη περιγραφή σεναρίου

Το εκπαιδευτικό σενάριο ακολουθεί την εξής σειρά δραστηριοτήτων: α) Γνωστικής και ψυχολογικής προετοιμασίας με στόχο την ανίχνευση των πρότερων γνώσεων των μαθητών/τριών, β) Διδασκαλίας οικοδόμησης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων, γ) Εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου., δ) Αξιολόγησης του γνωστικού αντικειμένου, και δ) Μεταγνωστική. Οι δραστηριότητες και τα φύλλα εργασίας υλοποίησης του σεναρίου, ακολουθούν τις αρχές διδακτικού σχεδιασμού του Merrill (2002), όπως και στην περίπτωση των Sanusi et al. (2023). Αρχικά συμπληρώθηκε ένα pre-test, προκειμένου να αξιολογηθεί η συμπεριφορά εισόδου των συμμετεχόντων πριν την υλοποίηση της παρέμβασης. Συλλέχθηκαν επίσης δημογραφικά στοιχεία όπως φύλο, ηλικία και τάξη φοίτησης. Κατά τη φάση διδασκαλίας των νέων γνώσεων, μοιράστηκε στους/στις μαθητές/τριες ένα ενδεικτικό ΔΑ (Σχήμα 1) το οποίο δημιουργήθηκε από δεδομένα Μουσικών οργάνων που διαθέτουν διακριτά χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Με τη χρήση του συγκεκριμένου ΔΑ αξιοποιήθηκαν οι υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών/τριών για τα μουσικά όργανα, εφόσον φοιτούν σε Μουσικό Σχολείο, προκειμένου να διδαχθούν τις βασικές έννοιες και λειτουργίες των ΔΑ. Με βάση αυτό το πλαίσιο γνώσεων των μαθητών/τριών και με χρήση κατάλληλων δραστηριοτήτων οικοδομήθηκαν έννοιες όπως: η αναγνώριση και περιγραφή λειτουργίας των στοιχείων ενός ΔΑ, η εξέταση της διαδικασίας διαίρεσης των δεδομένων του δέντρου με βάση τα χαρακτηριστικά τους, η κατανόηση και επεξήγηση της Πρόβλεψης σε ένα μοντέλο ΜΜ.



Σχήμα 1. Ενδεικτικό δέντρο απόφασης

Με την χρήση των δραστηριοτήτων "εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου" οι μαθητές/τριες εκπαιδεύτηκαν: στη δημιουργία των κριτηρίων διαίρεσης των δεδομένων εκπαίδευσης, στη σχεδίαση δικών τους δέντρων απόφασης, στον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων στην πρόβλεψη του μοντέλου τους και ακολούθως στην υλοποίηση των απαραίτητων διορθώσεων. Οι μαθητές/τριες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένα μοντέλο

δέντρου απόφασης αλλάζει ανάλογα με τα δεδομένα εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του, προκειμένου να βελτιώσει την ακρίβεια της πρόβλεψής του.

Η παρέμβασή ολοκληρώθηκε με τις δραστηριότητες αξιολόγησης του γνωστικού αντικειμένου, όπου κάθε ομάδα εργασίας αξιολόγησε τα ΔΑ των υπολοίπων βασισμένη σε κριτήρια όπως: η απλότητα και αποτελεσματικότητα του δέντρου, η ύπαρξη ικανού πλήθους χαρακτηριστικών για τη διαίρεση των δεδομένων και το πλήθος ερωτήσεων (κόμβων απόφασης) για την πλήρη ταξινόμηση των δεδομένων. Μετά το τέλος της παρέμβασης διεξήχθη το post-test (ίδιες ερωτήσεις με το pre-test). Αναλυτική περιγραφή των δραστηριοτήτων του σεναρίου και των φύλλων εργασίας είναι διαθέσιμα εδώ.

Εργαλεία μέτρησης-ανάλυση δεδομένων

Για να εκτιμηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες επεξεργάστηκαν το μαθησιακό υλικό αλλά και η πρόοδος της γνωστικής τους κατανόησης για τις διδαχθείσες έννοιες, εφαρμόστηκε η τεχνική συλλογής δεδομένων pretest-posttest, με την ίδια σύνθεση ερωτήσεων. Παράλληλα, συλλέχθηκαν αποτελέσματα από δύο επιπλέον ενδιάμεσα ατομικά τεστ, το πρώτο (1ο Ατομικό test) μετά από την ολοκλήρωση της φάσης "Διδασκαλίας οικοδόμησης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων" και το δεύτερο (2ο Ατομικό test) μετά τη φάση "Εφαρμογής και υλοποίησης του γνωστικού αντικειμένου".

Με το πρώτο ενδιάμεσο τεστ εξετάστηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας των εννοιών και της μεθόδου σχεδίασης ενός μοντέλου ΔΑ. Με το δεύτερο ενδιάμεσο τεστ αξιολογήθηκε ατομικά η εμπέδωση των μαθησιακών εμπειριών για τα μοντέλα ΔΑ, μετά τις δραστηριότητες εφαρμογής και υλοποίησης στις οποίες συμμετείχαν ενεργά οι ομάδες εργασίας. Με την ολοκλήρωση της παρέμβασης και την συμπλήρωση του post-test, εκτιμήθηκε η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/τριών για τα ΔΑ μετά την εφαρμογή των μη συνδεδεμένων δραστηριοτήτων, προκειμένου να γίνει σύγκριση για την κατάταξη των μαθητών/τριών στα επίπεδα της SOLO.

Όλες οι απαντήσεις των συμμετεχόντων καταχωρήθηκαν σε αρχείο λογιστικού φύλλου ανά άτομο και ανά τεστ. Κάθε σωστή απάντηση είχε μοναδική βαθμολογική συνεισφορά στο τελικό σύνολο του κάθε τεστ. Επιπλέον, κάθε ερώτηση είχε τον δικό της συντελεστή προσμέτρησης στην κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων στα επιμέρους επίπεδα Μονοδομικό, Πολυδομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Συσχέτιση ερωτημάτων των τεστ με την στοχοταξινομία SOLO

Επίπεδο SOLO	Pre-test (ατομικό)	1ο Ατομικό Test	2ο Ατομικό Test	Post-test (ατομικό)
Μονο-δομικό	1, 3, 4	1, 3	1, 3	1, 3, 4
Πολύ-δομικό	2, 5, 6	4	2, 4	2, 5, 6
Συσχετιστικό	7, 8, 9	2	5, 6	7, 8, 9
Εκτεταμένη Θεώρηση	-	-	-	-

Αξιοποιήθηκαν τρεις κατηγορίες ερωτήσεων: α) αυτές που από το σύνολο των προτεινόμενων προτάσεων επιδέχονταν μοναδική απάντηση, β) αυτές που από το σύνολο των προτεινόμενων προτάσεων επιδέχονταν περισσότερες από μία απαντήσεις και γ) αυτές που έπρεπε ο/η μαθητής/τρια να βάλει στη σωστή σειρά το σύνολο των αναγραφόμενων προτάσεων. Επιπλέον υπήρξε και μία μοναδική ερώτηση στο 2ο ατομικό τεστ η οποία ήταν ανοικτού τύπου, ζητούσε την σχεδίαση ενός Δ.Α. ατομικά από κάθε μαθητή, δοθέντος ενός προ διαμορφωμένου συνόλου δεδομένων εκπαίδευσης. Η παραπάνω ποσοτική ανάλυση των δεδομένων στο σύνολό της παρουσιάζει, με μετρήσιμο τρόπο, τη γνωστική πορεία των

συμμετεχόντων σε κάθε στάδιο της πειραματικής διαδικασίας υπό το πρίσμα της SOLO. Η κατάταξη κάθε μαθητή ανά τεστ και ανά επίπεδο Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της SOLO, χαρακτηρίστηκε ως "Υψηλή", "Μεσαία", ή "Χαμηλή", σύμφωνα με την αντίστοιχη αθροιστική βαθμολογία των σωστών απαντήσεων για το κάθε επίπεδο.

Αποτελέσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης και την επίδραση στην επίδοση αλλά και στη γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών της Γ' Γυμνασίου προκύπτουν οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα. Σημειώνεται ότι μία μαθήτρια απουσίασε για λόγους υγείας από τις δύο τελευταίες συνεδρίες και ως εκ τούτου ο τελικός αριθμός των ενεργών συμμετεχόντων ήταν σαράντα έξι (46).

Απάντηση στο Ερευνητικό Ερώτημα 1: Από τις απαντήσεις στο pre-test επιβεβαιώνεται ότι πριν την εφαρμογή της παρέμβασης η πλειοψηφία των μαθητών/τριών, δεν είχαν διδαχθεί ποτέ στο παρελθόν έννοιες που είχαν σαν αντικείμενα τα ΔΑ και τη ΜΜ, και γνώριζαν ελάχιστα πράγματα για αυτά. Συγκεκριμένα 21/46 (~45%) των συμμετεχόντων είχαν συνολικό σκορ κάτω από 2,3/10, ενώ άλλοι 21/46 (~45%) δεν κατάφεραν να ξεπεράσουν την βάση (5). Συνολικά, το 42/46 (~91%) των συμμετεχόντων είχαν επίδοση κάτω από τη βάση.

Στο post-test υπήρξε σαφής βελτίωση. Συγκεκριμένα, 17/46 (~37%) μαθητές/τριες ξεπέρασαν το 63% του μέγιστου σκορ, 24/46 (~52%) επιπλέον μαθητές/τριες ξεπέρασαν το 50% του μέγιστου σκορ και μόλις 5/46 (~11%) μαθητές/τριες είχαν σκορ κάτω από τη βάση. Επιπλέον από τη μελέτη της ποσοστιαίας μεταβολής της ατομικής επίδοσης μεταξύ pre-test και post-test παρατηρήθηκαν τα εξής: ένας μαθητής είχε σκορ στο post-test 12 φορές μεγαλύτερο από το pre-test, 10 μαθητές/τριες κατάφεραν να τετραπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, 9 μαθητές/τριες κατάφεραν να τριπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, 13 μαθητές/τριες κατάφεραν να διπλασιάσουν και πλέον το τελικό τους σκορ, ενώ 13 μαθητές/τριες κατάφεραν απλώς να βελτιώσουν το τελικό τους σκορ. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπήρξε μαθητής/τρια που να μην πέτυχε βελτίωση στην επίδοσή του/της.

Όπως αποκαλύπτει ο έλεγχος εξαρτημένων δειγμάτων *t*-test, διαφοροποιείται η επίδοση των μαθητών/τριών μετά την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία με αποσυνδεδεμένες εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή της επίδοσης των συμμετεχόντων μαθητών/τριών μετά από μια διδακτική παρέμβαση σε Δέντρα Απόφασης με τη χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων (*M.T.* = 6,16, *T.A.* = 1,55) είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση τιμή της επίδοσης πριν από την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης (*M.T.* = 2,30, *T.A.* = 1,29), $t(45) = 18{,}828$, $p < 0{,}001$, $r = 0{,}94$.

Επιπλέον, από τον έλεγχο εξαρτημένων δειγμάτων *t*-test πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, για κάθε ένα από τα τρία επίπεδα SOLO που εξετάστηκαν μεμονωμένα (Unistructural, Multistructural, Relational), διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση στην κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων των συμμετεχόντων/ουσών μετά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων της παρέμβασης (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Σύγκριση δειγμάτων *t*-test

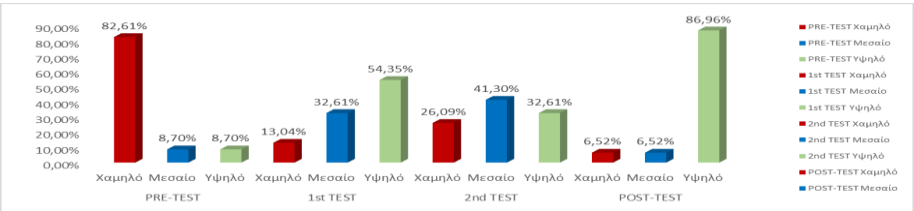
SOLO Level	pre-test		post-test		Effect-size
	M.T	***T.A.***	***M.T***	***T.A.***	
Uni-structural*	0,52	0,60	2,10	0,65	0,91
Multi-structural*	0,76	0,72	1,89	0,73	0,83
Relational*	1,00	0,66	2,16	0,74	0,82
Total*	2,30	1,29	6,16	1,55	0,94

*Υποσημείωση: *στατιστικά σημαντικές διαφορές (p < 0,05)*

Απάντηση στο Ερευνητικό Ερώτημα 2: Από την ανάλυση της βαθμολογίας κάθε μαθητή/τριας στα τέσσερα διαδοχικά τεστ που διενεργήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, αξιολογήθηκε η ατομική κατάταξη τους με χαρακτηρισμό "Χαμηλή", "Μεσαία", "Υψηλή" σε κάθε επίπεδο της στοχοταξινομίας SOLO. Στη συνέχεια παρουσιάζεται με κατάλληλα διαγράμματα η γνωστική εξέλιξη της πορείας των μαθητών/τριών σε κάθε επίπεδο SOLO.

Γνωστική πορεία κατάταξης στο μονο-δομικό της SOLO

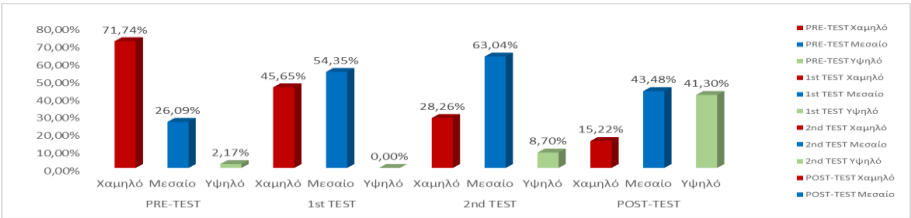
Σύμφωνα με το Σχήμα 1, η κατάταξη των μαθητών/τριών στο Μονο-δομικό επίπεδο της SOLO είχε ανοδική πορεία. Το 82% του δείγματος βρισκόταν στο pre-test στο "Χαμηλό" επίπεδο της κατηγορίας, ενώ στο post-test το 87% έφθασε στο "Υψηλό" επίπεδο, με μόλις 6,5% να παραμένει στο "Χαμηλό". Αντίστοιχα φαίνεται τόσο στο 1ο όσο και στο 2ο ενδιάμεσο τεστ να υπάρχει ανοδική πορεία στο "Μεσαίο" επίπεδο κατάταξης και εξομάλυνση με ανοδική τάση στο "Υψηλό" επίπεδο κατάταξης.



Σχήμα 1. Κατάταξη στο μονο-δομικό επίπεδο SOLO

Γνωστική πορεία κατάταξης στο πολύ-δομικό της SOLO

Το Σχήμα 2 αποτυπώνει την γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών στο Πολύ-δομικό επίπεδο της SOLO. Το 72% των μαθητών/τριών που ξεκίνησαν την διδακτική παρέμβαση βρίσκονταν στο "Χαμηλό" επίπεδο της κατηγορίας και το 26% στο "Μεσαίο", με τα ποσοστά αυτά να αντιστρέφονται σταδιακά από το ένα τεστ στο άλλο, με κατάληξη μετά το πέρας της παρέμβασης το 15% να έχει παραμείνει στο "Χαμηλό" επίπεδο και το 85% να μοιράζεται μεταξύ του "Μεσαίου" και του "Υψηλού" επιπέδου κατάταξης.

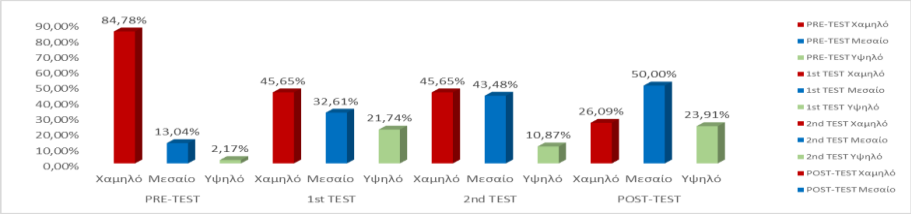


Σχήμα 2. Κατάταξη στο πολύ-δομικό επίπεδο SOLO

Γνωστική πορεία κατάταξης στο συσχετιστικό της SOLO

Στο Σχήμα 3 αποτυπώνεται η γνωστική εξέλιξη των μαθητών/τριών στο Συσχετιστικό επίπεδο της SOLO. Όπως και στα προηγούμενα, οι μαθητές/τριες αρχικά βρίσκονταν κατά 85% στο

"Χαμηλό" επίπεδο κατάταξης, ενώ σταδιακά, μετά από το 1ο ενδιάμεσο τεστ, όπως και μετά από το 2ο ενδιάμεσο τεστ, βελτίωσαν τα μαθησιακά αποτελέσματά τους, σε μικρότερο όμως βαθμό από τις προηγούμενες κατηγορίες επιπέδων της SOLO. Αξιοπρόσεχτο είναι ότι όλο και περισσότεροι/ες μαθητές/τριες συσσωρεύθηκαν στο post-test στο "Μεσαίο" επίπεδο κατάταξης (50%), ενώ οι υπόλοιποι/ες μοιράστηκαν μεταξύ του "Χαμηλού" και του "Υψηλού" επιπέδου κατάταξης.



Σχήμα 3. Κατάταξη στο συσχετιστικό επίπεδο SOLO

Συζήτηση-συμπεράσματα

Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της παρούσας διδακτικής παρέμβασης στο Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής της Γ΄ Γυμνασίου, του ΑΠΣ στην Ελλάδα, οδήγησε στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Αρχικά διαπιστώθηκε ότι μια στοιχειοθετημένη διαδικασία κατασκευής μοντέλων ΔΑ με βάση τα δεδομένα είναι διδάξιμη και χρήσιμη σε νεαρούς/ές μαθητές/τριες (Podworny et al., 2021).

Τα ευρήματά μας απαντούν θετικά στο 1ο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή βελτιώνεται η επίδοση των μαθητών/τριών της Γ΄ Γυμνασίου μετά από μια διδακτική παρέμβαση σε Δέντρα Απόφασης με τη χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων. Άλλωστε από τη μελέτη της βιβλιογραφίας έχει διαπιστωθεί ότι η διδασκαλία χωρίς σύνδεση (unplugged) βοηθά στη βελτίωση κατάκτησης αρκετών εννοιών που σχετίζονται με την τεχνολογία από τους/τις μαθητές/τριες (Hermans & Aivaloglou, 2017· Ma et al., 2023· Wohl et al., 2015). Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της εν λόγω διδακτικής παρέμβασης.

Αναφορικά με το 2ο ερευνητικό ερώτημα και την αποτύπωση της γνωστικής πορείας των μαθητών/τριών Γ΄ Γυμνασίου κατά τη διδασκαλία ΔΑ με αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες, ιεραρχημένη στα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η διδακτική παρέμβαση είχε θετική επίδραση στους/τις μαθητές/τριες. Σταδιακά κατακτήθηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό οι στόχοι κάθε επιμέρους δραστηριότητας και βελτιώθηκε σημαντικά η μαθησιακή κατάταξη των συμμετεχόντων/ουσών στα ιεραρχημένα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό.

Επιπλέον στοιχεία που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη και πιθανόν να συνετέλεσαν στην βελτίωση της εικόνας των μαθητών/τριών είναι: α) Η εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης, η οποία ως εκπαιδευτική μέθοδος ενθαρρύνει την κριτική σκέψη και ενισχύει την ενεργό συμμετοχή και αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών. Έρευνες έχουν δείξει ότι η συνεργατική μάθηση προωθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πεδία STEM (Casad & Jawaharlal, 2012· Mosley et al., 2016), και β) Η πλαισίωση της μαθησιακής εμπειρίας με τη χρήση αντικείμενων ή παραδειγμάτων που εντάσσονται στο κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο των μαθητών/τριών, όπως αντίστοιχα σημειώνουν προηγούμενες έρευνες διδασκαλίας της ΤΝ στα σχολεία (Eguchi et al., 2021· Oyelere et al., 2022).

Περιορισμοί-μελλοντικές προτάσεις

Κατά την υλοποίηση της παρούσας έρευνας η τελευταία δραστηριότητα (Μεταγνωστική) δεν υλοποιήθηκε, λόγω χρονικού περιορισμού, με αποτέλεσμα να μην προσδιοριστεί η κατάταξη των μαθητών/τριών στο ανώτερο επίπεδο της "εκτεταμένης θεώρησης" της SOLO.

Επιπλέον, στον Πίνακα 1 παρουσιάστηκε η συσχέτιση των ερωτήσεων κάθε τεστ με τα επίπεδα Μονο-δομικό, Πολύ-δομικό, Συσχετιστικό της ταξινομίας SOLO και συγκεκριμένα ποιες από αυτές συνεισφέρουν βαθμολογικά στην κατάταξη των μαθητών/τριών σε κάθε ένα από τα ως άνω επίπεδα. Η ύπαρξη μόλις μίας ερώτησης για την κατάταξη των μαθητών/τριών στο Πολύ-δομικό και στο Συσχετιστικό επίπεδο στο 1ο ατομικό τεστ μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα. Προτείνεται η χρήση μεγαλύτερου αριθμού ερωτήσεων σε μελλοντική έρευνα, για την ασφαλέστερη κατάταξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων στα επίπεδα της SOLO.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η χρήση αποσυνδεδεμένων δραστηριοτήτων στη διδασκαλία των Δέντρων Απόφασης φαίνεται να λειτουργεί ικανοποιητικά, αφού μετά την υλοποίηση της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/τριες βελτίωσαν σημαντικά τα μαθησιακά τους αποτελέσματα. Προτείνεται τέτοιου είδους παρεμβάσεις για τη διδασκαλία των ΔΑ να εφαρμοστούν και σε άλλες τάξεις του Γυμνασίου με κατάλληλες προσαρμογές του διδακτικού σεναρίου. Παρόμοιες έρευνες θα μπορούσαν να επεκταθούν περαιτέρω για τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε διάφορες έννοιες Τεχνητής Νοημοσύνης με σκοπό την αποκόμιση εμπειριών και συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης βάσης εγγραμματισμού στην ΤΝ.

Αναφορές

Biggs, J., & Collis, K. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the observed learning outcome)*. Academic press.

Casad, B., & Jawaharlal, M. (2012). Learning through guided discovery: An engaging approach to K-12 STEM education. *Proceedings of the 2012 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings* (pp. 25.886.1 - 25.886.15). ASEE. https://doi.org/10.18260/1-2--21643

Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. *Proceedings of the FabLearn 2019 Conference* (pp. 104-111). ACM. https://doi.org/10.1145/3311890.3311904

Eguchi, A., Okada, H., & Muto, Y. (2021). Contextualizing AI education for K-12 students to enhance their learning of AI literacy through culturally responsive approaches. *KI-Künstliche Intelligenz*, *35*(2), 153-161. https://doi.org/10.1007/s13218-021-00737-3

Fleischer, Y., Podworny, S., & Biehler, R. (2024). Teaching and Learning to construct data-based decision trees using data cards as the first introduction to machine learning in middle school. *Statistics Education Research Journal*, *23* (1), 3. https://doi.org/10.52041/serj.v23i1.450

Hermans, F., & Aivaloglou, E. (2017). To Scratch or not to Scratch? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education* (pp. 49-56). ACM. https://doi.org/10.1145/3137065.3137072

Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). Developing middle school students' AI literacy. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 191-197). ACM. https://doi.org/10.1145/3408877.3432513

Lehner, L., & Landman, M. (2024). Unplugged decision tree learning-A learning activity for machine learning education in K-12. *Proceedings of the International Conference on Creative Mathematical Sciences Communication* (pp. 50-65). Springer.

Lindner, A., Seegerer, S., & Romeike, R. (2019). Unplugged activities in the context of AI. *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives* (pp. 123-135). Springer.

Ma, R., Sanusi, I. T., Mahipal, V., Gonzales, J. E., & Martin, F. G. (2023). Developing machine learning algorithm literacy with novel plugged and unplugged approaches. *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (vol. 1, pp. 298-304). ACM. https://doi.org/10.1145/3545945.3569772

Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research & Development, 50*, 43-59

Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic cooperative learning promotes student STEM interest. *American Journal of Engineering Education, 7*(2), 117-128.

Oyelere, S. S., Sanusi, I. T., Agbo, F. J., Oyelere, A. S., Omidiora, J. O., Adewumi, A. E., & Ogbebor, C. (2022). Artificial Intelligence in african schools: Towards a contextualized approach. *Proceedings of the 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1577-1582). IEEE. https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766550

Podworny, S., Fleischer, Y., Hüsing, S., Biehler, R., Frischemeier, D., Höper, L., & Schulte, C. (2021). Using data cards for teaching data based decision trees in middle school. *Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1-3). ACM. https://doi.org/10.1145/3488042.3489966

Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2021). Evaluation of an online intervention to teach Artificial Intelligence with LearningML to 10-16-year-old students. *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 177-183). ACM. https://doi.org/10.1145/3408877.3432393

Sabuncuoglu, A. (2020). Designing One year curriculum to teach Artificial Intelligence for middle school. *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 96-102). ACM. https://doi.org/10.1145/3341525.3387364

Sanusi, I. T., Omidiora, J. O., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). Preparing middle schoolers for a machine learning-enabled future through design-oriented pedagogy. *IEEE Access*, *11*, 39776-39791. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3269025

Sanusi, I. T., Oyelere, S. S., Vartiainen, H., Suhonen, J., & Tukiainen, M. (2023). Developing middle school students' understanding of machine learning in an African school. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100155

Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *International Journal of Child-Computer Interaction*, *25*, 100182. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Williams, R., Ali, S., Devasia, N., DiPaola, D., Hong, J., Kaputsos, S. P., Jordan, B., & Breazeal, C. (2023). AI + ethics curricula for middle school youth: Lessons learned from three project-based curricula. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *33*(2), 325-383. https://doi.org/10.1007/s40593-022-00298-y

Wohl, B., Porter, B., & Clinch, S. (2015). Teaching Computer Science to 5-7-year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 55-60). ACM. https://doi.org/10.1145/2818314.2818340

Ξόμαλης, Γ. (2022). *Διδακτική της μηχανικής μάθησης στο σχολείο* [Πτυχιακή εργασία]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.