

Η συμβολή των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στη δημιουργία περιβαλλόντων μάθησης χωρίς αποκλεισμούς

Contribution of AI tools in creating inclusive learning environments

Γεωργία-Κωνσταντία Καραγιάννη

Σύμβουλος Εκπαίδευσης, M.A, M.Ed

Υπ. Διδάκτωρ ΣΑΕ

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

jimfayo806@gmail.com

Κωνσταντίνος Ζαχαρής

Διευθυντής Β/θμιας Εκπαίδευσης Καρδίτσας

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

zacharis.konstantinos@ac.eap.gr

Περίληψη

Στόχος της παρούσης εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην ενταξιακή και συμπεριληπτική εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα, επικεντρώνεται στη διερεύνηση και χαρτογράφηση των καινοτόμων εργαλείων ΤΝ που επιτρέπουν την εξατομίκευση της μάθησης και την προσαρμογή των εκπαιδευτικών πρακτικών για να ανταποκρίνονται στις μοναδικές ανάγκες των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας οδηγεί σε δραστικές αλλαγές στην εκπαιδευτική διαδικασία, με τη δημιουργία εξατομικευμένων περιβαλλόντων μάθησης χωρίς αποκλεισμούς. Στην εργασία γίνεται αναφορά βασικών παιδαγωγικών μεθόδων στο χώρο της ειδικής εκπαίδευσης με έμφαση στον Καθολικό Σχεδιασμό για τη Μάθηση (Universal Design for Learning - UDL) και τονίζεται πώς η ΤΝ μπορεί να ενισχύσει αυτήν την προσέγγιση, παρέχοντας εργαλεία και πλατφόρμες που βοηθούν τους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν ευέλικτα, προσαρμοσμένα και προσβάσιμα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Η εργασία αυτή παρουσιάζει επίσης μια ολοκληρωμένη ερευνητική επισκόπηση από το Πανεπιστήμιο του Queensland, του ρόλου της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στη δημιουργία βοηθητικών εργαλείων προσαρμοσμένων στην υποστήριξη των εκπαιδευτικών αναγκών των παιδιών με διάφορες νευροαναπτυξιακές διαταραχές (ΝΑΔ), συμπεριλαμβανομένων της ΔΕΠΥ, της δυσλεξίας και των διαταραχών του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦ).

Λέξεις-κλειδιά: συμπερίληψη, καθολικός σχεδιασμός, τεχνητή νοημοσύνη, προσαρμοσμένα μαθησιακά περιβάλλοντα

Abstract

The aim of this paper is to investigate the use of AI tools in inclusive and behavioural education. More specifically, it focuses on exploring and mapping innovative AI tools that enable the personalisation of learning and the adaptation of educational practices to meet the unique needs of students with special educational needs. Rapid advances in technology are driving drastic changes in the educational process by creating personalised and inclusive learning environments. The paper reports on key pedagogies in special education with a focus on Universal Design for Learning (UDL) and highlights how AI can enhance this approach by providing tools and platforms that help educators create flexible, adjustable, and accessible learning environments. The paper also presents a comprehensive overview conducted in the University of Queensland, of the role of artificial intelligence (AI) in creating assistive tools tailored to support the educational needs of children with various neurodevelopmental disorders (NDDs), including ADHD, dyslexia, and autism spectrum disorders (ASD).

Keywords: Inclusion, universal design of learning, artificial intelligence, adaptive learning environments

Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) αναδύεται ως ένα ισχυρό εργαλείο για την προώθηση της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης, μιας προσέγγισης που στοχεύει στην παροχή ισότιμων ευκαιριών μάθησης σε όλους τους μαθητές, ανεξαρτήτως ικανοτήτων ή υποβάθρου. Την ίδια στιγμή όμως που η συμπεριληπτική εκπαίδευση αναγνωρίζεται και εφαρμόζεται σταδιακά σε όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις, όπως η μη επαρκής κατάρτιση των εκπαιδευτικών, η άνιση κατανομή των πόρων, η έλλειψη απαραίτητου υλικοτεχνικού εξοπλισμού και οι αρνητικές στάσεις και προκαταλήψεις απέναντι στη διαφορετικότητα (Rose, 2019). Οι προσπάθειες συνεχίζονται για να διασφαλιστεί ότι οι στρατηγικές διδασκαλίας, ο σχεδιασμός του προγράμματος σπουδών και τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι ευέλικτα, προσαρμόσιμα και προσβάσιμα ώστε να ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες όλων των μαθητών, προωθώντας τη συμμετοχή τους σε ένα υποστηρικτικό μαθησιακό περιβάλλον (Bryant et al., 2019). Εκπαιδευτικοί και ερευνητές παγκοσμίως αναγνωρίζουν τις τεράστιες δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στον τομέα της εκπαίδευσης ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και ιδιαίτερα στους τομείς της εξατομίκευσης, της διαφοροποίησης της διδασκαλίας, της αποτελεσματικής μάθησης και της προσβασιμότητας σε αυτή.

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην συμπεριληπτική εκπαίδευση μπορεί να αντιμετωπίσει τις εκπαιδευτικές προκλήσεις προσφέροντας εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες και προσβάσιμο περιεχόμενο, που ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών (Cano & Leonard, 2019). Τα εργαλεία TN μπορούν να αυτοματοποιήσουν τις προσαρμογές, να παρέχουν βοήθεια σε πραγματικό χρόνο και να υποστηρίξουν τους εκπαιδευτικούς στη δημιουργία περιβαλλόντων χωρίς αποκλεισμούς, προωθώντας τον στόχο της ισότιμης εκπαίδευσης για όλους τους μαθητές (Salas-Pilco et al., 2022).

Σήμερα, η φωνητική πληκτρολόγηση και οι φωνητικές εντολές ενσωματώνονται σε ένα ευρύ φάσμα συχνά χρησιμοποιούμενων προγραμμάτων, βελτιώνοντας τη χρηστικότητα, την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμοποίησή τους. Όμως, κάθε φορά που κυκλοφορούν νέα εργαλεία υποβοήθησης των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί αντιδρούν επιφυλακτικά και με αρκετό σκεπτικισμό, φοβούμενοι ότι η υποστηρικτική τεχνολογία μπορεί να επιτρέψει στους

μαθητές να «προσπεράσουν» ή και να «ακυρώσουν» σημαντικούς μαθησιακούς στόχους ή ακόμη και να τους κατακτήσουν επιφανειακά (Starks & Reich, 2023). Για παράδειγμα, οι εκπαιδευτικοί στο παρελθόν αντιστάθηκαν στην εισαγωγή αριθμομηχανών στο μάθημα των μαθηματικών ή στη χρήση του διαδικτύου από τους μαθητές για υλοποιούν τις εργασίες τους. Ανατρέχοντας σε εκείνες τις εποχές με κριτική διάθεση, αντιλαμβανόμαστε σήμερα ότι οι εκπαιδευτικοί της εποχής ανησυχούσαν ότι οι τεχνολογίες θα αντικαθιστούσαν την κριτική σκέψη και τη μάθηση. Η ανάπτυξη και εξέλιξη της δημιουργικής ΤΝ δημιουργεί παρόμοιες ανησυχίες στους σημερινούς εκπαιδευτικούς (Slowik et al., 2021).

Αν και προβληματιζόμαστε για την ταχύτητα με την οποία αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται η ΤΝ, αναγνωρίζουμε επίσης ότι έχει τεράστιες δυνατότητες να συμπεριλάβει τους μαθητές με όλο πιο σύνθετους και πολύπλοκους τρόπους. Με την ΤΝ, οι μαθητές με ειδικές ανάγκες μπορούν να έχουν ευκολότερη πρόσβαση στο συνηθισμένο πρόγραμμα σπουδών. Η ΤΝ έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την πρόσβαση στη μάθηση σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και να εξειδικεύσει και να διαφοροποιήσει αυτόματα την εκπαίδευση για μαθητές που δυσκολεύονται με την οργάνωση, τη διαχείριση του χρόνου, τον γραμματισμό και την επικοινωνία (Silver et al., 2023).

Οι μαθητές έχουν ήδη ανακαλύψει τους δικούς τους τρόπους για να χρησιμοποιούν το chatGPT (<http://openai.com>) και άλλα εργαλεία ΤΝ στην τάξη, παρά τις προσπάθειες να απαγορευτούν αυτές οι τεχνολογίες γενικά. Στην πραγματικότητα, η ΤΝ ενσωματώνεται όλο και περισσότερο στην καθημερινή μας ζωή. Εδώ και καιρό χρησιμοποιείται στην αναγνώριση προσώπου, στο φιλτράρισμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (π.χ. για τα ανεπιθύμητα μηνύματα - spam) και στην αυτόματη ρύθμιση υπενθυμίσεων. Η ΤΝ μας παρέχει τα μέσα για να αποκτήσουμε πρόσβαση σε απροσπέλαστους μέχρι σήμερα δρόμους και ανοίγει απεριόριστες προοπτικές στο πεδίο.

1. Έρευνες στο πεδίο της εκπαίδευσης μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες

Η εφαρμογή εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαίδευση μαθητών με νευροαναπτυξιακές διαταραχές αποτελεί ένα σχετικά νέο πεδίο έρευνας, με περιορισμένο αριθμό μελετών λόγω της πρόσφατης ενσωμάτωσής τους στην επίσημη εκπαιδευτική διαδικασία. Ωστόσο, μια αξιολογική ανασκόπηση παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το εύρος και την αποτελεσματικότητα των εργαλείων ΤΝ που βασίζονται σε μοντέλα μηχανικής μάθησης. Αυτά τα εργαλεία έχουν σχεδιαστεί και εφαρμοστεί με στόχο την αντιμετώπιση των μαθησιακών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν μαθητές με διάφορες νευροαναπτυξιακές διαταραχές ή/και μαθησιακές δυσκολίες (Barua et al., 2022). Η έρευνα διεξήχθη από τον καθηγητή Barua και τους συνεργάτες του στο University of Southern Queensland, μεταξύ Φεβρουαρίου και Μαρτίου 2021.

Οι μελέτες συμπεριλήφθηκαν εφόσον πληρούσαν τα ακόλουθα κριτήρια:

1. Περιέγραφαν τη χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθήσουν μαθητές με ΔΕΠΥ, δυσλεξία ή/και ΔΦΑ στη μάθησή τους
2. Είχαν δημοσιευτεί μεταξύ των ετών 2011 και 2021
3. Είχαν δημοσιευτεί σε περιοδικό με κριτές
4. Δημοσιεύθηκαν στα αγγλικά.

Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των κριτηρίων PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Σκοπός της ήταν να εξετάσει τις πιο συναφείς δημοσιεύσεις σχετικά με τις υποστηρικτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούν μοντέλα μηχανικής μάθησης για την αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε από το 2011 έως το 2021. Οι σχετικές επιστημονικές δημοσιεύσεις ανακτήθηκαν από τις επιστημονικές βάσεις δεδομένων IEEE, Google Scholar, PubMed, Science Direct και Springer Link, όπως αναφέρεται στον πίνακα 1. Οι λέξεις αναζήτησης ήταν: Boolean "machine learning", "artificial intelligence tools", "Autism spectrum disorder", "Attention deficit hyperactivity disorder", "dyslexia", "students" και "learning" χρησιμοποιήθηκαν σε διαφορετικούς συνδυασμούς. Οι σχετικές εργασίες εξήχθησαν από τις διάφορες βάσεις δεδομένων ακολουθώντας τρεις βασικές διαδικασίες που περιγράφονται στα πρότυπα PRISMA. Αρχικά, ανακαλύφθηκε ένα μεγάλο σύνολο 20.926 άρθρων με τη χρήση των συνόλων αναζήτησης Boolean για την κατάσταση του φάσματος του αυτισμού, τη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας και τη δυσλεξία. Συνολικά 1.198.800 άρθρα ελήφθησαν από τα αρχεία IEEE, Google scholar, PubMed, Science Direct και Springer Link. Η πλειονότητα αυτών των άρθρων επικεντρώθηκε στη διάγνωση, την πρόβλεψη και τον έλεγχο νευροαναπτυξιακών διαταραχών, όπως η Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ), η Δυσλεξία και άλλες.

Boolean Search String			
Database	Title	AND [Title/Abstract/ Full Text]	No. of Articles
IEEE			Autism: 0, ADHD: 1, Dyslexia: 0
Google Scholar	"Autism spectrum disorder", AND/OR "Attention deficit hyperactivity disorder"		Autism: 12 100, ADHD: 3900, Dyslexia: 3800
PubMed	AND/OR "dyslexia", Artificial intelligence	Machine learning, Neural networks, deep learning	Autism: 0, ADHD: 0, Dyslexia: 0
Science Direct	AND/OR tools, students		Autism: 176, ADHD: 172, Dyslexia: 97
Springer Link	AND/OR learning		Autism: 357, ADHD: 179, Dyslexia: 144

Πηγή: <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>

Πίνακας 1. Αποτελέσματα αναζήτησης Boolean για τα αντίστοιχα αποθετήρια

2. Επισκόπηση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης για την διδασκαλία παιδιών με Δυσλεξία, ΔΑΦ και ΔΕΠΥ

Η πλειονότητα των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία και μάθηση παιδιών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες έχει επιδείξει θετικά αποτελέσματα (πίνακας 2). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το "Child activity sensing and training tool", ένα εργαλείο σχεδιασμένο για μαθητές με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ). Αυτό το εργαλείο έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό στο να βοηθά τους μαθητές με ΔΕΠΥ να βελτιώσουν τη συγκέντρωσή τους στο σχολικό περιβάλλον και να παρακολουθούν τις σωματικές και φυσιολογικές δραστηριότητές τους σε πραγματικό χρόνο (Athanaselis et., al., 2014). Η αποτελεσματικότητα του εργαλείου επιβεβαιώθηκε μέσω δοκιμών σε πραγματικές συνθήκες, όπου διαπιστώθηκε ότι διευκολύνει σημαντικά τη συγκέντρωση των μαθητών με ΔΕΠΥ στις εργασίες τους.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι το παιχνίδι "Emotify", σχεδιασμένο για άτομα με αυτισμό. Το "Emotify" επέδειξε εντυπωσιακή απόδοση, επιτυγχάνοντας ποσοστό ακρίβειας 72% στον εντοπισμό συναισθημάτων. Αυτό το υψηλό ποσοστό επιτυχίας αποτελεί ισχυρή ένδειξη της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Επιπλέον, το "Emotify" έχει επιτύχει να αυξήσει σημαντικά την εμπλοκή των χρηστών και να επηρεάσει θετικά τις συμπεριφορικές τους προθέσεις, υποδεικνύοντας τη δυνατότητά του να προσφέρει μακροπρόθεσμα οφέλη στους χρήστες του. Σε όλα αυτά, έρχεται να προστεθεί μια μελέτη που χρησιμοποίησε τα παιχνίδια "Facesay" για αυτιστικά παιδιά και έδειξε ότι τόσο οι χαμηλής όσο και οι υψηλής λειτουργικότητας μαθητές παρουσίασαν βελτιώσεις στην ανίχνευση συναισθημάτων, την κοινωνική αλληλεπίδραση, την αναγνώριση προσώπων και την αναγνώριση συναισθημάτων. Η εφαρμογή "Facesay" θεωρείται πολλά υποσχόμενη για τη διδασκαλία αναγνώρισης συναισθημάτων και την ανάπτυξη ικανοτήτων νοηματοδότησης σε μαθητές με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας.

Η δημιουργία παιχνιδιών λογισμικού σχεδιασμένων να βοηθούν τους μαθητές με ΔΕΠΥ στη διαχείριση της προκλητικής συμπεριφοράς τους έχει αποφέρει σημαντικά οφέλη. Μια μελέτη που έγινε από τον Wood και τους συνεργάτες του (Wood et., Al., 2021), διαπίστωσε ότι όταν αυτά τα παιχνίδια χρησιμοποιήθηκαν ως παρέμβαση για τη βελτίωση της συμπεριφοράς, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν μείωση των προκλητικών συμπεριφορών και βελτίωση της διάθεσης. Εκτός από τις εφαρμογές, η αξιοποίηση ρομπότ και συσκευών εναλλακτικής επικοινωνίας έχει επιδείξει αποτελεσματικότητα και στην ενίσχυση της συγκέντρωσης, καθώς και των μαθηματικών και κοινωνικών ικανοτήτων και στην καθοδήγηση παιδιών στο αυτιστικό φάσμα, αντίστοιχα. Επομένως, τα προαναφερθέντα ευρήματα επικυρώνουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ΤΝ σε περιπτώσεις εξατομικευμένης και προσαρμοσμένης διδασκαλίας.

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
AI Assistive Tools Used to Teach Students with ADHD					
2014	KAR robot	-	Assistive technology	Improve social skills via storytelling.	Improves children's cognitive performance.
2015	Child activity sensing and training tool	- 42 features (users' physical and physiological) - Machine learning algorithm (not specified)	Real time assistive technology	Real-time assistive tool that tracks activities and helps students sustain attention.	An assistive intervention that is based on a smartphone and has the potential to aid a child with ADHD who has lost focus in his/her work.
2018	WatchMind er vibrating watch	- Sensors that collect activity and behaviour data - Bespoke algorithm/ap plication	Wearable technology	Helps to send constant reminders to students to refocus on their work.	The watch has been effective as a simple memory aid for ADHD children with the auditory or vibrating alarm feature. The watch has been found to be affordable, durable, dependable and effective by users
2018	Speech recognition software (Dragon NaturallySp eaking (Dragon Sytems	- Audio data - Deep learning models (spectrogra	Assistive technology	Replaces writing activity with speech to allow students to express themselves	Dragon Naturallyspeaking, Voice Finger, Via Talk, Tazti softwares have been reported to be beneficial to students with

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
	company, United States, version 15, /Voice Finger/ViaTalk (LLC Company, New York/Tazti (Voice Tech Group company, United States)	ms/filter banks		efficiently without tiring themselves	ADHD and resulted in improvement in the areas of writing, reading and spelling
2018	Talking calculators	User's data such as pressing of numbers Built-in speech synthesiser	Assistive technology	Helps students hear and process numbers easily for mathematics	Students are able to complete assessments faster with the help of the calculator and has helped students gain independence
AI assistive tools used to teach students with Dyslexia					
2013	Intelligent dyslexic system	Machine learning algorithm, visualisation concept	Assistive technology	Helps students gain knowledge on alphabets and letters	The technology has the potential to improve the reading and writing skills of students.
2014	Agent DYSL adaptive reading system	Machine learning algorithm, Mel-frequency cepstral	Assistive technology	Enables the personalisation of reading environment of Greek students.	Students' reading pace and accuracy were increased.

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
		coefficients, discrete cosine transform			
2015	Computer- based learning model	Machine learning technique	-	Explores the use of machine learning method to improve effectiveness of learning process.	-
2017	Application s for reading and writing (Learning Ally, Natural reader, dyslexia quest, sound literacy, ginger page, v books pdf voice reader, openWeb, reading intro by OZ phonics, OCR instantly pro, MindMeist er)	Generation of audio files, pytorch deep convolutiona l text-to- speech models (PytorchDcTt s)	Digital application	Helps students with reading and writing skills.	Audiobooks, such as learning Ally, has enabled students to gain confidence, independence and success.

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
2018	DIMMAND, captureTalk application	Chatbots -	Digital application	Provides tailored interventions for difficulties encountered in literacy.	Information is not available.
2020	Voice dream reader, natural reader, web reader	Text, audio data - Voicebot -	Digital application	Helps with building reading skills.	E-readers have been found to generally improve reading speed and comprehension as compared to reading on paper.
2020	DytectiveU	Learning patterns of students - Support vector machine algorithm -	Digital application	Provides personalised game-based exercises to enhance specific cognitive skills related linked to dyslexia.	The DytectiveU application is reported to be able to offer students a variety of actions that are helpful in the learning of reading and writing.
2020	Generative adversarial network	Conversion of image/speech to text	Assistive technology	Converts natural language text to images to aid students in their learning.	-
AI assistive tools used to teach students with ASD.					
2011	LIFEisGAME game	Shape and appearance- -	Digital application	To teach students to recognise	Information is not available.

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
		based facial features - Second feedback loop, visual input from player obtained through webcam		facial emotions.	
2017	'Empower me' application	- Emotion recognition features - Google smartglass, augmented reality environment, web-based dashboard to monitor progress	Wearable technology	Encourages social interaction between user and peers/educators.	Students were able to improve their social skills using the Google glass. It was also reported to be fun, useful and engaging
2018	Kaspar robot	- Sensory data - Reinforcement learning algorithm	Assistive technology	Helps enhance social interaction skills.	The human-like body and features of Kaspar have been reported to help an ASD student to be more interactive
2018	ABA flashcards- Emotions, Autism emotion, conversatio	- Deep learning/machine learning algorithms	Digital application	Teaches social skills	Information is not available.

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
	n builder, emotions and feelings- autism, Find me, Kid in storybook maker, learning with Rufus, Look in my eyes: Train engineer, Model me going places 2, Pictello, Social stories, Special stories, The social express, Toca Boca	using unstructured data			
2018	ABA find it, Agnitus, Autism learning games- camp discovery, Intro to letters, Intro to Math, Math Bingo, Pop Math, Starfall	- Deep learning/mac hine learning algorithms using unstructured data	Digital application	Helps in different learning areas	The camp discovery enabled participants to show high learning rates over a short period of time. It has been suggested that the application teaches the selected skills effectively

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
	ABC, Word wagon				
2019	Emotify game	- Audio features, such as pitch of voice - Speech data to train Random forest classifier	Digital application	Helps students to recognise and express feelings.	The application caused participants to experience more engagement and exhibit higher behavioural intentions towards it
2019	Milo, NAO, Pepper, Aisoy 1, Keepon robots	- Supervised machine learning algorithms; generalised models trained on users' data and individualised models trained on initial subclass of users' data	Assistive technology	Helps build social and communication skills.	Social robots, such as NAO, have been reported to improve social skills in students, especially in terms of eye contact and concentration. Nonverbal children also reportedly started pronouncing some words
2020	GoTalks speech generating device, AAC speech buddy, Proloquo2go, talking Larry,	- Behavioural features, such as grabbing, vocalisations -	Augmentative/alternative communication device	Helps with building communication skills.	Review studies report that high-technology speech generating devices are very effective in teaching manding, intraverbal and

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
	Touch chat HD, VAST autism 1- Core	Deep learning/mac hine learning algorithms, neural networks			multistep tacting to ASD students.
2020	Facesay games	- Scores on social interactions - Facial expression recognition techniques, interactive environment with lifelike avatars	Digital application	Software games help recognise behavioural and emotional clues and enhance social skills.	Facesay application is found to be very promising, cost- effective and efficient for teaching affect recognition and mentalising constructs to high- functioning ASD students
2020	Personalise d 'Kiwi' robot for learning	- Video and audio data, such as eye contact and verbal dialogue - Supervised machine learning algorithms; generalised models trained on users' data and individualise d models trained on	Assistive technology	Adapts lessons according to students' changing needs.	Kiwi robot has been reported to improve the Maths skills and social skills in ASD students who were part of the study group

Year	AI Tool	Features/ Model Used for Training	Type of Technology	Learning Area Addressed	Effectiveness
		initial subclass of users' data [94]			
2020	Life skills winner application	Deep learning/mac hine learning algorithms using unstructured data	Digital application	Teaches students daily living skills through the application.	Information is not available.
2020	PvBOT robot	LEGO Mindstorms EV3 model	Assistive technology	Helps to teach students 'place value' concept in Mathematics	PvBOT is helpful in motivating students to pay attention and stay focused for a longer period.
2021	Squizzy educational software	Scrum methodolog y	Assistive technology	Helps children stay focused during activities that involve cognition, such as colour selection or using pictures.	Effective in the cognitive aspect of therapy.

Πηγή: <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>

Πίνακας 2. Ανασκόπηση των βοηθητικών εργαλείων ΤΝ που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών των μαθητών με ΔΑΦ, ΔΕΠΥ & ΔΥΣΛΕΞΙΑ

3. Καθολικός Σχεδιασμός και Εκπαίδευση χωρίς αποκλεισμούς

Ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση (ΚΣΜ, Universal Design for Learning) είναι ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που παρέχει σε όλους τους μαθητές ίσες ευκαιρίες μάθησης, συμμετοχής και επιτυχίας (Cast, 2018). Επικεντρώνεται στην δημιουργία ευέλικτων τρόπων έτσι ώστε να έχουν οι μαθητές πρόσβαση στην ύλη, να εκφράζουν αυτό που γνωρίζουν και να παρακινούνται στη μάθηση. Ο ΚΣΜ δεν υιοθετεί την άποψη ότι η ίδια προσέγγιση ταιριάζει σε όλους, αλλά αγκαλιάζει ποικίλες μεθόδους διδασκαλίας για την εξάλειψη των μαθησιακών εμποδίων, ωφελώντας όλους τους μαθητές, ιδίως εκείνους με δυσκολίες και ιδιαιτερότητες (Rao & Smith, 2018). Οι τρεις βασικές αρχές του ΚΣΜ δίνουν έμφαση στην πολλαπλότητα των τρόπων αναπαράστασης, δράσης - έκφρασης και κινητοποίησης - εμπλοκής (Izzo & Bauer, 2015). Μεθοδολογικά δε, επικεντρώνονται στη βελτίωση των εκπαιδευτικών εμπειριών: η αναπαράσταση περιλαμβάνει την παρουσίαση πληροφοριών σε πολλαπλές μορφές, όπως ήχος, βίντεο και βιωματική μάθηση ενώ η δράση - έκφραση προσφέρουν στους μαθητές διάφορους τρόπους να ασχοληθούν με το περιεχόμενο και να εμπεδώσουν τη γνώση, όπως τεστ με διάφορες μορφές, κουίζ ή δημιουργικές εργασίες.

Ο ΚΣΜ βρίσκει πεδίο εφαρμογής ιδιαίτερα στη συμπεριληπτική εκπαίδευση. Η ισότιμη πρόσβαση και συμμετοχή, η προσωποποιημένη εμπειρία, η αύξηση των κινήτρων για συμμετοχή και η καλλιέργεια δεξιοτήτων που προετοιμάζουν τα παιδιά για τη ζωή, όλα μεθοδολογικά υποστηριζόμενα από τον ΚΣΜ, τον καθιστούν βασικό πυλώνα της ενταξιακής εκπαίδευσης των δύο πρώτων βαθμίδων (Katz, 2013).

Η εφαρμογή του ΚΣΜ δεν είναι πάντοτε εύκολη, αλλά απαιτεί ισχυρές προσαρμογές για τους μαθητές με ειδικές ανάγκες. Οι εφαρμογές ΤΝ μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά εργαλεία για την υποστήριξη της συμπερίληψης με διδακτικές και μεθοδολογικές προσεγγίσεις που στοχεύουν στη δημιουργία ευκαιριών και περιβαλλόντων μάθησης χωρίς αποκλεισμούς (εξατομικευμένα προγράμματα, εργαλεία υποβοήθησης).

4. Η ΤΝ στην υπηρεσία των μαθητών

Η ΤΝ χρησιμοποιείται ήδη από τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν ενταξιακά με διάφορους τρόπους για να δώσουν στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες πρόσβαση στο πρόγραμμα σπουδών (Hazmi & Ahmad, 2018). Ορισμένες από τις προσφερόμενες λύσεις και επιλογές δεν είναι παρά βελτιώσεις σε σχέση με την ήδη χρησιμοποιούμενη υποστηρικτική τεχνολογία, όπως:

- εργαλεία γραφής (όπως η πρόβλεψη λέξεων και οι ελεγκτές γραμματικής και ορθογραφίας),
- εφαρμογές που επιτρέπουν την μετατροπή σημειώσεων από φωνητικές σε κείμενο και από κείμενο σε ομιλία,
- εργαλεία για την ενίσχυση της επικοινωνίας για άτομα με προβλήματα ομιλίας.

Κάποιες προτάσεις δημιουργούν συνθήκες πρόσβασης στο πρόγραμμα σπουδών και προσαρμογή αυτού στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών:

- περιλήψεις πρωτότυπων ερευνητικών μελετών στον ακαδημαϊκό χώρο, κάτι που μπορεί να είναι δύσκολο να αποκτήσουν πολλοί μαθητές μεγαλύτερων, κυρίως, τάξεων
- διαφοροποίηση και εξάσκηση στις ξένες γλώσσες

- παροχή συγκριτικών απαντήσεων (η TN ως συνεργάτης σκέψης)
- παροχή υλικού με διαφορετικά επίπεδα ανάγνωσης
- διδασκαλία σύντομων περιλήψεων
- παροχή παραδειγμάτων πρακτικών γραπτών εργασιών, συμπεριλαμβανομένων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για εργασιακούς σκοπούς
- παροχή βοήθειας στους μαθητές ως προς το να ελέγχουν τις απαντήσεις τους
- δυνατότητα σχολιασμού και αλληλοσυμπλήρωσης των εργασιών από τους ίδιους τους μαθητές.

Ανεξάρτητα από το αν χρειάζονται ή όχι ειδική εκπαιδευτική υποστήριξη, όλοι οι μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από τις πρακτικές αυτές, ενισχύοντας έτσι τη συμμετοχή τους στην τάξη. Επιπλέον, η αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης (TN) σε επίπεδο προγνωστικής ανάλυσης, επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να εντοπίζουν με ακρίβεια τα πιθανά εμπόδια στη μάθηση και να προσφέρουν την κατάλληλη βοήθεια. Μέσω της ανάλυσης των επιδόσεων και των δεδομένων συμπεριφοράς των μαθητών, η τεχνητή νοημοσύνη έχει τη δυνατότητα να προβλέπει ποιοι μαθητές είναι πιο πιθανό να μείνουν πίσω και να προτείνει αποτελεσματικούς τρόπους για να τους βοηθήσει να καλύψουν το χαμένο έδαφος. Η υιοθέτηση αυτής της προληπτικής στρατηγικής μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα και σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον χωρίς αποκλεισμούς.

4.1. Σκέψη «έξω από το κουτί»

Οι προαναφερθείσες περιπτώσεις απαιτούν τη χρήση κριτικής σκέψης από όλους, εκπαιδευτικούς και μαθητές (Supena et al., 2021). Ωστόσο, η ανάπτυξη της κριτικής σκέψης απαιτεί σήμερα μια διαφορετική προσέγγιση και καλλιέργεια, στο φως των καινοτόμων εφαρμογών TN. Για παράδειγμα, όταν γράφουν εκθέσεις, οι μαθητές μπορούν να ζητήσουν από το chatGPT βοήθεια για την οργάνωση των σκέψεων τους και την κατανόηση διαφόρων όρων και εντολών όπως "σύγκριση", "ανάλυση" και "εκτίμηση". Οι διδάσκοντες μπορούν να παρέχουν ένα παράδειγμα σωστής χρήσης του chatGPT, να ελέγχουν την ορθότητα των απαντήσεων και να αποφασίζουν αν και πώς θα αναφέρουν το εργαλείο και πότε η εργασία ενέχει τον κίνδυνο λογοκλοπής.

Μια δημοφιλής προσέγγιση, που μπορεί να ενισχυθεί από την TN, είναι η διδασκαλία μέσω της επίλυσης προβλήματος (Foshay & Kirkley, 2003). Η μέθοδος συνδυάζει τη δημιουργικότητα, τις διαφορετικές οπτικές, τη διαθεματικότητα και την κριτική σκέψη που οδηγούν στην ανάπτυξη καινούργιων λύσεων, πέρα από τη συμβατική λογική και τις αυτοματοποιημένες ενέργειες. Οι εφαρμογές TN θα μπορούσαν να την υποστηρίξουν ουσιαστικά προσφέροντας προσαρμοστικά περιβάλλοντα, με δημιουργικό περιεχόμενο και κατάλληλα ανασυνδιασμένες πληροφορίες, προσομοιώσεις και οπτικά ερεθίσματα, καθώς και ανατροφοδότηση με κατάλληλο αναστοχασμό. Έτσι ενισχύεται η αυτονομία και αυτενέργεια των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στην ευρετική πορεία τους προς τη γνώση.

5. Επισκόπηση εργαλείων ΤΝ

Ακολουθώς παρουσιάζονται ορισμένα βασικά εργαλεία ΤΝ που διευκολύνουν μαθησιακά την ένταξη στο σχολικό περιβάλλον:

1. Το Diffit (<https://web.diffit.me/>) ενισχύει τη μάθηση χωρίς αποκλεισμούς, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόζουν το περιεχόμενο στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών. Τα χαρακτηριστικά του, όπως η προσαρμογή της δυσκολίας του κειμένου, η προσαρμογή του λεξιλογίου και η μετάφραση του υλικού, βοηθούν να γίνει η μάθηση προσβάσιμη για τους μαθητές που αντιμετωπίζουν προκλήσεις. Παρέχοντας εξατομικευμένο και ελκυστικό περιεχόμενο, το Diffit βοηθά στην υπέρβαση των εμποδίων στη μάθηση για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες ή χαμηλότερες επιδόσεις.
2. Το Read & Write (<https://www.texthelp.com/products/read-and-write-education/>) είναι ένα εργαλείο που έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει άτομα με δυσκολίες στον αλφαριθμητισμό. Προσφέρει χαρακτηριστικά όπως η μετατροπή κειμένου σε ομιλία, η βοήθεια λεξιλογίου, η διόρθωση, η πρόβλεψη κειμένου για καλύτερη κατανόηση και ελκυστικά στοιχεία όπως η παιχνιδοποίηση και οι ηχητικοί οδηγοί μελέτης. Αυτές οι λειτουργίες βελτιώνουν τις εμπειρίες ανάγνωσης, γραφής και μάθησης, καθιστώντας το περιεχόμενο πιο προσιτό και διαδραστικό για τους χρήστες.
3. Το Co-Writer (<https://cowriter.com/>) είναι ένα βοηθητικό εργαλείο ΤΝ που έχει σχεδιαστεί για να βοηθά τους χρήστες με δυσκολίες στο γράψιμο, προσφέροντας ορθογραφικό έλεγχο, γραμματικές διορθώσεις, βελτιωμένες προτάσεις επιλογής λέξεων και βελτιώσεις στη δομή της πρότασης. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για άτομα με δυσλεξία ή ΔΕΠΥ. Το εργαλείο περιλαμβάνει επίσης μια λειτουργία μετατροπής ομιλίας σε κείμενο, βοηθώντας τα άτομα με προβλήματα κινητικών δεξιοτήτων ή με προτίμηση στη λεκτική επικοινωνία.
4. Το GitMind (<https://gitmind.com/>) αξιοποιεί την ΤΝ για να βελτιώσει τη νοητική χαρτογράφηση και την οργάνωση των πληροφοριών, προωθώντας τις διαδικασίες σκέψης ελεύθερης ροής που καταλήγουν σε δομημένες ιδέες και μοτίβα. Παρέχει επίσης εκπαίδευση με βάση την ΤΝ για την ενίσχυση των γνωστικών ικανοτήτων, της δημόσιας ομιλίας και των επικοινωνιακών δεξιοτήτων, καθιστώντας το ένα ευέλικτο εργαλείο για την προσωπική και επαγγελματική ανάπτυξη.
5. Το Empowered Brain (<https://brain-power.com/empowered-brain/>) χρησιμοποιεί την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality) μέσα σε έξυπνα γυαλιά για να βοηθήσει τους χρήστες να ενισχύσουν την κοινωνική-συναισθηματική μάθηση ερμηνεύοντας τις ενδείξεις του προσώπου και τα συναισθήματα. Είναι ιδιαίτερα ευεργετικό για τα άτομα που αντιμετωπίζουν προκλήσεις στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, αν και αξίζει να σημειωθεί ότι τα άτομα με αισθητηριακές ευαισθησίες μπορεί να βρουν αρχικά λίγο τρομακτική τη φυσική αίσθηση της χρήσης γυαλιών.
6. Το Team-GPT (<https://team-gpt.com/>) ενισχύει την εκπαιδευτική συνεργασία ενσωματώνοντας το chatGPT της OpenAI με χαρακτηριστικά όπως ομαδικές συνομιλίες μεταξύ καθηγητών και μαθητών, προωθώντας ένα δυναμικό και χωρίς αποκλεισμούς περιβάλλον μάθησης. Απλοποιεί την εισαγωγή στην τάξη, προσφέρει διαχείριση εγγράφων και υποστηρίζει διαδραστικές συζητήσεις, καθιστώντας το ένα ευέλικτο εργαλείο για τη σύγχρονη εκπαίδευση. Το Team-GPT προωθεί τη συμμετοχικότητα στην εκπαίδευση, διευκολύνοντας τη συνεργασία και την αλληλεπίδραση μεταξύ

καθηγητών και μαθητών μέσω χαρακτηριστικών όπως οι ομαδικές συνομιλίες. Αυτή η προσέγγιση υποστηρίζει διαφορετικά στυλ και ανάγκες μάθησης, καθιστώντας την εκπαίδευση πιο προσιτή και ελκυστική για όλους τους συμμετέχοντες.

7. Το νέο πολυτροπικό γλωσσικό μοντέλο Gemini της Google (<http://gemini.google.com>) που κυκλοφόρησε πριν λίγες ημέρες αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει ποικιλότροπα στην α) ανάπτυξη εκπαιδευτικών πόρων (δημιουργία εξατομικευμένων μαθημάτων, μετάφραση εκπαιδευτικού υλικού, κατάρτιση λεξιλογίων και ειδικών reference books) β) ενίσχυση επικοινωνίας μεταξύ μαθητών, εκπαιδευτικών και γονέων με εύχρηστα γλωσσικά εργαλεία κατάλληλα για άτομα με περιορισμένη γνώση των γλωσσών γ) ενθάρρυνση της συμμετοχής των μαθητών (με διαδραστικές δραστηριότητες, serious games και προγράμματα συμβουλευτικής - mentoring).

5.1. Πιθανές προκλήσεις

Παρά τα δυνητικά οφέλη, υπάρχουν επίσης προκλήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της ΤΝ στην συμπεριληπτική εκπαίδευση. Μια τέτοια σημαντική πρόκληση είναι η διαχείριση της ευαλωτότητας των μαθητών και η προστασία των προσωπικών τους δεδομένων. Η αυξανόμενη συλλογή και ανάλυση δεδομένων των μαθητών, αν και στοχεύει στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μπορεί να εκθέσει τους μαθητές σε κινδύνους όπως η ακατάλληλη χρήση των πληροφοριών τους ή η υπερβολική παρακολούθηση (Prinsloo & Slade, 2016). Είναι απαραίτητο να υιοθετηθεί μια προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη το πλαίσιο, τον σκοπό και τις επιπτώσεις της συλλογής δεδομένων, ώστε να εξασφαλιστεί ότι οι παρεμβάσεις που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη δεν θα αυξήσουν την ευαλωτότητα ορισμένων μαθητών αντί να την μειώσουν (Mackenzie et al., 2014). Η εξισορρόπηση μεταξύ των οφελών της εξατομικευμένης μάθησης και της προστασίας της ιδιωτικότητας και αυτονομίας των μαθητών αποτελεί μια κρίσιμη πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπιστεί για την ηθική εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Μια άλλη πρόκληση είναι το ψηφιακό χάσμα. Δεν έχουν όλοι οι μαθητές ίση πρόσβαση στην τεχνολογία, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ανισότητες στα οφέλη που λαμβάνουν από την ΤΝ. Ειδικότερα στην περίπτωση των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, η χρήση της τεχνολογίας από τη μια «τους δίνει φωνή» αλλά από την άλλη τους βάζει μπροστά σε μια καινούρια πρόκληση που είναι η εκπαίδευση τους σχετικά με τη χρήση όλων αυτών των νέων εργαλείων όπως επίσης και η αγορά τεχνολογικού εξοπλισμού ή συσκευών που θα διευκολύνουν τη μάθησή τους (Alper & Goggin, 2017). Πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες ώστε η χρήση της ΤΝ στην συμπεριληπτική εκπαίδευση να είναι χωρίς αποκλεισμούς και προσβάσιμη σε όλους τους μαθητές.

Τέλος, υπάρχει η πρόκληση της διατήρησης της ανθρώπινης πινελιάς στην εκπαίδευση. Ενώ η ΤΝ μπορεί να προσφέρει πολύτιμη υποστήριξη, δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον ουσιαστικό ρόλο των ανθρώπων-εκπαιδευτικών στην παροχή συναισθηματικής υποστήριξης και στην κατανόηση των διαφοροποιημένων αναγκών κάθε μαθητή.

6. Συμπέρασμα

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην ειδική αγωγή και εκπαίδευση αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη προοπτική με σημαντικές δυνατότητες για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Τα εργαλεία ΤΝ, όπως το Diffit, το

Read & Write και το Co-Writer, προσφέρουν εξατομικευμένη υποστήριξη και δυνατότητα προσαρμογών που μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά την πρόσβαση στη μάθηση.

Ωστόσο, η αποτελεσματική εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση απαιτεί προσεκτική εξέταση και αντιμετώπιση πολλαπλών προκλήσεων. Αυτές περιλαμβάνουν ηθικά ζητήματα σχετικά με τη χρήση δεδομένων, την ανάγκη γεφύρωσης του ψηφιακού χάσματος για να εξασφαλιστεί ισότιμη πρόσβαση, και τη διατήρηση του ανθρώπινου στοιχείου στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η επιτυχής ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση χωρίς αποκλεισμούς απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που συνδυάζει τεχνολογική καινοτομία με παιδαγωγική εμπειρογνωμοσύνη. Είναι κρίσιμο να διασφαλιστεί ότι οι εκπαιδευτικοί είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι στη χρήση αυτών των εργαλείων και ότι η εφαρμογή τους ευθυγραμμίζεται με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση.

Καθώς προχωράμε προς ένα μέλλον όπου η ΤΝ θα διαδραματίζει όλο και πιο σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση, είναι απαραίτητο να συνεχίσουμε την έρευνα και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των εργαλείων. Παράλληλα, πρέπει να παραμείνουμε προσηλωμένοι στο στόχο της δημιουργίας ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που είναι πραγματικά χωρίς αποκλεισμούς, ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ανάγκες όλων των μαθητών και προετοιμάζει τους νέους για έναν κόσμο όπου η τεχνολογία και η ανθρώπινη δημιουργικότητα συνυπάρχουν αρμονικά.

Τέλος, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η ΤΝ δεν πρέπει να θεωρείται πανάκεια, αλλά μάλλον ως ένα ισχυρό εργαλείο που, όταν χρησιμοποιείται σωστά και ηθικά, μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την εκπαιδευτική διαδικασία και να προωθήσει την ισότητα και τη συμπερίληψη στην εκπαίδευση.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Al Hazmi, A. N., & Ahmad, A. C. (2018). Universal design for learning to support access to the general education curriculum for students with intellectual disabilities. *World Journal of Education*, 8(2), 66. <https://doi.org/10.5430/wje.v8n2p66>
- Alper, M., & Goggin, G. (2017). Digital technology and rights in the lives of children with disabilities. *New Media & Society*, 19(5), 726-740.
- Athanaselis, T., Bakamidis, S., Dologlou, I., Argyriou, E.N., Symvonis, A. (2014). Making assistive reading tools user friendly: A new platform for Greek dyslexic students empowered by automatic speech recognition. *Multimedia Tools Appl.*, 68, 681–699.
- Barua P.D, Vicnesh J, Gururajan R, Oh SL, Palmer E, Azizan M.M, Kadri N.A, Acharya UR. (2022). Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders—A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3):1192. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>
- Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Smith, D. D. (2019). *Teaching students with special needs in inclusive classrooms*. Sage Publications.
- Cast, C. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. Retrieved from <http://udlguidelines.cast.org>

- Cano, A., & Leonard, J. D. (2019). Interpretable multiview early warning system adapted to underrepresented student populations. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(2), 198–21. <http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2019.2911079>
- Foshay, R., & Kirkley, J. (2003). Principles for teaching problem solving. *Technical paper*, 4(1), 1-16.
- Holmes, W., & Miao, F. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.
- Izzo, M. V., & Bauer, W. M. (2015). Universal design for learning: Enhancing achievement and employment of STEM students with disabilities. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 17-27. <https://doi.org/10.1007/s10209-013-0332-1>
- Katz, J. (2013). The three block model of universal design for learning (UDL): Engaging students in inclusive education. *Canadian Journal of Education*, 36(1), 153-194.
- Mackenzie, C., Rogers, W., & Dodds, S. (Eds.). (2014). *Vulnerability: New essays in ethics and feminist philosophy*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Prinsloo, P., & Slade, S. (2016). Student vulnerability, agency and learning analytics: An exploration. *Journal of Learning Analytics*, 3(1), 159-182.
- Rao K, Smith SJ, Lowrey K A. (2017). UDL and Intellectual Disability: What Do We Know and Where Do We Go?. *Intellectual and Developmental Disabilities*, 55(1), 37-47. <https://doi.org/10.1352/1934-9556-55.1.37>
- Rose, D. R. (2019). Students with learning disabilities and their perspectives regarding reading comprehension instruction: A qualitative inquiry. *Journal of Ethnographic & Qualitative Research*, 14(2), 137–152. <https://doi.org/10.3102/00346543071002279>
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Oshima, J. (2022). Artificial intelligence and new technologies in inclusive education for minority students: A systematic review. *Sustainability*, 14(20), 13572. <https://doi.org/10.3390/su142013572>
- Silver, N., Kaplan, M., LaVaque-Manty, D., & Meizlish, D. (Eds.). (2023). *Using reflection and metacognition to improve student learning: Across the disciplines, across the academy*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781003448570>
- Slowík, J., Gažáková, E., Holeček, V., & Zachová, M. (2021). Comprehensive support for pupils at risk of school failure in inclusive education: Theory and school practice in the Czech Republic. *International Journal of Inclusive Education*, 27, 1–17. <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1879950>
- Starks, A. C., & Reich, S. M. (2023). "What about special ed? ": Barriers and enablers for teaching with technology in special education. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104665>
- Supena, I., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2021). The Influence of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873-892. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14351a>
- Wood, L.J., Zaraki, A., Robins, B., Dautenhahn, K. (2021). Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism. *Int. J. Soc. Robot.* 13, 491–508. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00563-6>