

9η ΣΥΝΕΔΡΙΑ: Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία

Σκοπός:

Γνωριμία με τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις εκπαιδευτικές εφαρμογές τους.

Στόχοι:

Οι επιμορφούμενο/εσι επιδιώκεται:

- να κατανοούν και να χρησιμοποιούν τη σχετική ορολογία,
- να γνωρίζουν ορισμένες εκπαιδευτικές εφαρμογές αναδυόμενων τεχνολογιών,
- να κατανοούν τις βασικές αρχές λειτουργίας, τα τεχνολογικά και, σε κάποιο βαθμό, τα παιδαγωγικά διακυβεύματα και τις δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης,
- να εμβαθύνουν στην περαιτέρω μελέτη των αντικειμένων, στις θεματικές περιοχές: Εικονική Πραγματικότητα και Επαυξημένη πραγματικότητα (Virtual and Augmented Reality) (VR & AR), Εκπαιδευτική Ρομποτική, Κινητή Μάθηση (mobile learning), Τεχνητή Νοημοσύνη (artificial intelligence),
- να εξοικειωθούν με τις παραπάνω τεχνολογίες και τις δυνατότητές τους για διδακτική αξιοποίηση.

Εισαγωγή

Όπως γίνεται αντιληπτό από το σκοπό και τους ειδικότερους στόχους της ενότητας η «κεντρική ιδέα» δεν είναι φυσικά η απόκτηση γνώσεων σε βάθος αλλά μάλλον μια πρώτη επαφή με θέματα που σχετίζονται με τις αναδυόμενες τεχνολογίες. Πολλές εξάλλου από τις αναδυόμενες τεχνολογίες δεν συμπεριελήφθησαν, όπως τα blockchains ή τα drones. Ήδη, άλλωστε, το πλήθος των διαφορετικών τεχνολογιών που εξετάζονται στην παρούσα ενότητα είναι μεγάλο.

Οι όροι που σχετίζονται με ορισμένες αναδυόμενες τεχνολογίες ακούγονται μέσα στην καθημερινότητα, υπάρχει ίσως μια εξοικείωση με τις λέξεις αυτές με έναν γενικό τρόπο, αλλά ταυτόχρονα υπάρχει άγνοια των πραγματικών διαστάσεων και αδυναμία κριτικής αντιμετώπισης των τεχνολογιών αυτών, μια δυσκολία κατανόησης των προτερημάτων και των μειονεκτημάτων τους και φυσικά πολλές δυσκολίες για την εκπαιδευτική-διδακτική αξιοποίησή τους.

1. Εικονική πραγματικότητα και εικονικές περιηγήσεις

1.1 Γενική εισαγωγή

Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality ή VR), όπως και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality ή AR) που παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα, έχουν πλέον και εκπαιδευτικές εφαρμογές, που, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη και διάδοση των φορητών συσκευών, αρχίζουν να υιοθετούνται ως Αναδυόμενες Τεχνολογίες στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Εικονική Πραγματικότητα ονομάζεται η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή, το οποίο στη βέλτιστη μορφή του ο άνθρωπος-χρήστης το αντιλαμβάνεται ως πραγματικό (Λέπουρας κ.ά., 2015). Στην εικονική πραγματικότητα δημιουργείται ένας τεχνητός κόσμος στον οποίον ένα άτομο μπορεί να «εμβυθιστεί» (immersion) περισσότερο ή λιγότερο και να περιηγηθεί σε αλληλεπίδραση με αυτόν, κυρίως μέσω της αίσθησης της όρασης, καθώς και του ήχου, της αφής και άλλων μορφών ανάδρασης, η οποία μπορεί να μεγιστοποιηθεί με αποκλεισμό ή προσομοίωση αισθήσεων του πραγματικού κόσμου, όπως συμβαίνει με χρήση ειδικής μάσκας προβολής (head-mounted), δονούμενα χειριστήρια, αλλαγή κλίσης καθίσματος, προσομοίωση καταστάσεων επιτάχυνσης κ.ά.

Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν γνωρίσει πολύ μεγάλη ανάπτυξη καθώς οι προσομοιώσεις είναι πλέον πολύ ρεαλιστικές. Σε πολλές περιπτώσεις (για παράδειγμα: εξομοιωτές πτήσεως) η προσομοίωση περιλαμβάνει και ειδική υποδομή, αλλά σε άλλες περιπτώσεις η προσομοίωση πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου στην οθόνη του υπολογιστή (π.χ. εικονική τομή βατράχου για το μάθημα της Βιολογίας). Ως παράδειγμα ειδικής υποδομής μπορούμε να αναφέρουμε τη χρήση εξοπλισμού από τα σχολεία (π.χ. Oculus ή [Google VR Cardboard](#)) για την εμπειρία Εικονικής Πραγματικότητας (VR).

Στην περίπτωση που ζητείται η επαύξηση του φυσικού κόσμου, με ψηφιακές πληροφορίες, κυρίως με σύμβολα, κείμενα κ.α., η τεχνολογία ονομάζεται Επαυξημένη Πραγματικότητα και χρησιμοποιείται κυρίως με φορητές συσκευές, όπου η πραγματικότητα, όπως αυτή συλλαμβάνεται από το φωτογραφικό φακό, εμπλουτίζεται με πληροφορίες και απεικονίζεται στην οθόνη (Μουστάκας κ.ά., 2015).

- Στην ενότητα που ακολουθεί θα γίνει αναφορά κυρίως στις *εικονικές περιηγήσεις (virtual tours)*, ως μια απλή μορφή εικονικής πραγματικότητας με εφαρμογή στην εκπαίδευση.
- Τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (Virtual reality), επιτρέπουν την προσομοίωση περιβαλλόντων με πιστότητα υψηλού βαθμού (χάρη σε ειδικό εξοπλισμό). Επιτρέπουν ακόμη και την προσομοίωση περιβαλλόντων που δεν υφίστανται — των οποίων όμως είναι διαθέσιμη η περιγραφή ή οι «προδιαγραφές».

1.2 Εικονικές περιηγήσεις στην εκπαίδευση

Η εικονική περιήγηση είναι ένας τρόπος ρεαλιστικής αποτύπωσης του περιβάλλοντα χώρου σε επίπεδη οθόνη (Sanchenko, 2020) παρέχοντας την ψευδαίσθηση της επιτόπου παρουσίας στον χώρο, με παροχή και επιπλέον πληροφοριών.

Οι εικονικές περιηγήσεις βασίζονται σε σειρά φωτογραφιών που συντίθενται ώστε να δώσουν μια τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου. Οι χώροι που απεικονίζονται συνήθως είναι υπαρκτοί και έχουν φωτογραφηθεί, ανάλογα με την επιδιωκόμενη ποιότητα, με κινητό τηλέφωνο, φωτογραφική μηχανή ή κάμερα 3D, μπορεί όμως να είναι εξ ολοκλήρου τεχνητοί και να εμφανίζονται στον χρήστη μέσω οθόνης ή μέσω ειδικών συσκευών προβολής τύπου μάσκας.

Παράλληλα με τις εφαρμογές αυτές, που είχαν σημαντική ανάπτυξη την περίοδο της πανδημίας COVID-19, έχουν εμφανιστεί πολλά ψηφιακά εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας, μεταξύ των οποίων υπάρχουν και μερικά διαθέσιμα για δωρεάν χρήση.

1.2.1 Αξιοποίηση ήδη διαθέσιμων εικονικών περιηγήσεων

Με απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο εντοπίζονται αρκετοί ιστότοποι μέσα από τους οποίους μπορεί κάποιος να πραγματοποιήσει μια εικονική περιήγηση, δηλαδή να περιηγηθεί εικονικά σε μουσεία ή χώρους με ιστορικό ή πολιτιστικό ενδιαφέρον· υπάρχουν βέβαια και εμπορικές εφαρμογές, με πιο συνηθισμένες αυτές που προωθούν ακίνητα ή σχετίζονται με τον τουρισμό.

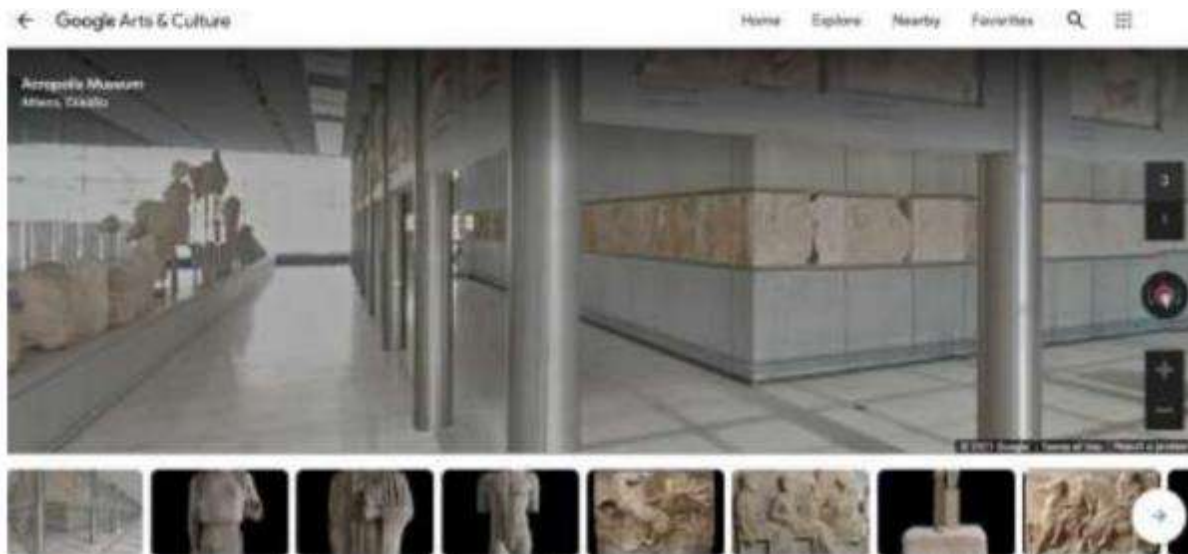
Η διδασκαλία σε περιβάλλοντα εκτός του σχολείου μπορεί να δημιουργήσει στους μαθητές ευκαιρίες να εμπλακούν ενεργά σε δραστηριότητες, όπου η μάθηση κατευθύνεται από τα δικά τους ενδιαφέροντα (Rennie et al., 2003). Ο εκπαιδευτικός ρόλος των επισκέψεων στα μουσεία είναι πλέον αποδεκτός, με τη μάθηση στο μουσείο να διαφοροποιείται από τη μάθηση στο σχολείο, καθώς τα παιδιά μαθαίνουν μέσω της παρατήρησης των αντικειμένων του μουσείου και των εκπαιδευτικών δράσεων στις οποίες συμμετέχουν (Νικονάνου, 2015). Το μουσείο ως φυσικός χώρος λειτουργεί ως ένα περιβάλλον μάθησης που υποστηρίζει την ενεργητική – βιωματική μάθηση.

Συμπληρωματικά και βοηθητικά στην εκπαιδευτική διαδικασία λειτουργούν πλέον και εικονικά μουσεία, καλλιεργώντας μια θετική στάση προς τα μουσεία, χωρίς ωστόσο να θεωρηθεί ότι αντικαθιστούν τα φυσικά. Με τον όρο «εικονικό μουσείο» (virtual museum) υποδηλώνεται η δημιουργία αντίγραφου ενός πραγματικού μουσείου, με αξιοποίηση της τεχνολογίας για τη διαδικασία της ψηφιοποίησης των πληροφοριών. Το εικονικό μουσείο αποτελεί συλλογή ψηφιακών αντικειμένων τα οποία παρέχονται στους χρήστες με ποικιλία μέσων και τρόπων πρόσβασης που υπερβαίνουν τις παραδοσιακές μεθόδους επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους επισκέπτες, αφού αυτοί είναι προσαρμοσμένοι στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους, προκειμένου ο επισκέπτης να μην περιοριστεί στην παρατήρηση των εκθεμάτων και σε πληροφορίες για τα εκθέματα, αλλά να αλληλεπιδράσει με το εικονικό περιβάλλον ή με αντίστοιχο οπτικοακουστικό υλικό.

Πολλά μουσεία έχουν δημιουργήσει εικονικές περιηγήσεις στις συλλογές τους (ενδεικτικά: [Acropolis Virtual Tour](#), [National Gallery - London](#)). Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν σε περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η επίσκεψη σε κάποιον χώρο (ειδικά αν βρίσκεται σε χώρα του εξωτερικού): στο πλαίσιο project, οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλο επισκέπτη - ερευνητή που βιώνει την επίσκεψη και αναζητεί πληροφορίες για τα μέρη που βλέπει.

Αρκετοί εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν δραστηριότητες εικονικής περιήγησης σε μουσεία και αξιοποιούν έτοιμες παρουσιάσεις που τα μουσεία έχουν δημιουργήσει μέσα από τους αντίστοιχους ιστότοπους ή υπάρχουν σε γενικότερες συλλογές εφαρμογών, όπως αυτή που αξιοποιήθηκε σε μια διαθεματική εκπαιδευτική παρέμβαση εικονικής περιήγησης στο μουσείο της Ακρόπολης (<https://artsandculture.google.com/partner/acropolis-museum>). Εδώ οι μαθητές σε ομάδες και με τη βοήθεια του διαδικτύου διενεργούν μια εικονική περιήγηση μέσω του

εργαλείου Google Art and Culture (Εικόνα 1). Κάθε ομάδα αξιοποιεί την εφαρμογή για να εντοπίσει τα εκθέματα και να βρει πληροφορίες που αργότερα καταγράφει και ταξινομεί σε φύλλα εργασίας (Κλημεντιώτη, 2021).



Εικόνα 1: Μουσείο Ακρόπολης στο Google Art Project

Η εφαρμογή Google Arts and Culture είναι προσβάσιμη δωρεάν μέσω διαδικτύου (<https://artsandculture.google.com/>) και προσφέρει πολύ μεγάλο εύρος εκθεμάτων, πληροφορίες και δυνατότητες εξερεύνησης, όπως αυτή της εικονικής περιήγησης στο Μουσείο MOMA μέσω φωτογραφιών 3D. Συνοδεύεται από αντίστοιχη εφαρμογή κινητής συσκευής που δίνει επιπλέον δυνατότητες επαυξημένης πραγματικότητας ή αξιοποίησης τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης για εύρεση, σύγκριση ακόμη και δημιουργία νέων εικόνων, σύμφωνα με τις τεχνολογίες γνωστών καλλιτεχνών.



Εικόνα 2: Μουσείο MOMA στο Google Art Project

1.2.2 Δημιουργία εικονικών περιηγήσεων από εκπαιδευτικούς/μαθητές

Παράλληλα με τις παραπάνω εφαρμογές στο διαδίκτυο, που αναπτύσσονται από μουσεία και άλλους οργανισμούς και που είχαν σημαντική ανάπτυξη την περίοδο της πανδημίας COVID-19, έχουν εμφανιστεί πολλά ψηφιακά εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας,

μεταξύ των οποίων υπάρχουν και μερικά διαθέσιμα για δωρεάν χρήση. Αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για εξαρχής δημιουργία εικονικών περιηγήσεων κατά τη διδασκαλία.

α) δημιουργία εικονικής περιήγησης σε υπαρκτά μουσεία

Εκτός από τις εικονικές περιηγήσεις μουσείων που έχουν δημιουργηθεί από επαγγελματίες και βρίσκονται στους ιστότοπους των μουσείων ή συγκεντρωμένες σε εκπαιδευτικούς ιστότοπους, υπάρχουν και απλούστερες εικονικές περιηγήσεις που έχουν δημιουργηθεί από εκπαιδευτικούς και μαθητές με αξιοποίηση δωρεάν εφαρμογών. Για τη δημιουργία τους απαιτείται μόνο η φωτογράφιση των χώρων σε φωτογραφίες 360 μοιρών (panoramic) ή 3D (spherical). Παλαιότερα για τον σκοπό αυτό έπρεπε να αξιοποιηθεί σειρά φωτογραφιών και ειδικό λογισμικό, οι σύγχρονες όμως ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, καθώς και αυτές που βρίσκονται στις κινητές συσκευές, περιλαμβάνουν ενσωματωμένη πλέον τη δυνατότητα αυτή.

Στο πλαίσιο ενός etwinning project θα μπορούσε μια τέτοια εφαρμογή να φανεί χρήσιμη για την παρουσίαση των μουσείων της κάθε χώρας στους εταίρους.

Ένα παράδειγμα είναι η εικονική περιήγηση «Με ένα ΚΛΙΚ στον Καζαντζάκη – Εικονική περιήγηση στο Μουσείο Καζαντζάκη» (Βλαχοκυριάκου και Παντελάκη, 2015) που έγινε με τη συνεργασία μαθητών και βρίσκεται στον ιστότοπο <http://kazantzakis.weebly.com/> (Εικόνα 3).



Εικόνα 3: Εξωτερική άποψη του μουσείου με παράθεση των συμβόλων πλοήγησης

Ο εικονικός χώρος αποτελείται από τρεις φωτογραφίες 360 μοιρών (Εικόνα 4) που έχουν ληφθεί με απλή φωτογραφική μηχανή και κείμενα των μαθητών που διαμορφώθηκαν σε εικονική περιήγηση με τη δικτυακή δωρεάν εφαρμογή MAKEVT.



Εικόνα 4: Πανοραμικές Φωτογραφίες χώρων Μουσείου «Ν. Καζαντζάκης»

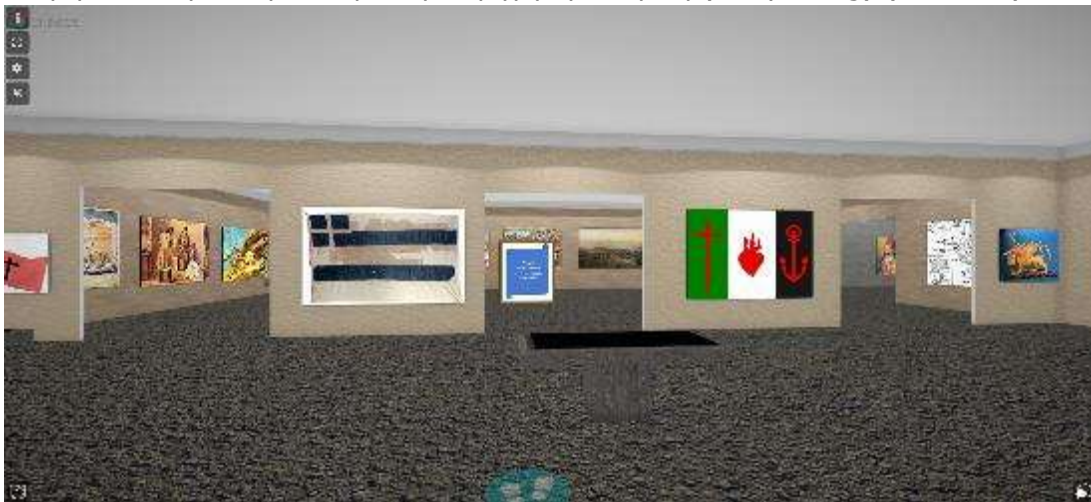
Άλλη πλατφόρμα δημιουργίας εικονικών περιηγήσεων με αυξημένες δυνατότητες και πρόγραμμα δωρεάν χρήσης είναι η kuula (<https://kuula.co/>) όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον τόπο περιήγησης (μέσω του <https://kuula.co/explore>), να δημιουργήσει δικές του περιηγήσεις και να τις ενσωματώσει σε ιστότοπους ή να τις διανείμει. Η εφαρμογή αξιοποιεί σφαιρικές φωτογραφίες 3D και δημιουργεί εικονικούς χώρους στους οποίους μπορεί να ενσωματωθούν εικόνες, σύμβολα, πληροφορίες, σύνδεσμοι και βίντεο.

β) δημιουργία εικονικής περιήγησης σε ιδεατά μουσεία

Εκτός από τις εικονικές περιηγήσεις σε υπαρκτά μουσεία, σημαντικές για την εκπαιδευτική διαδικασία είναι και οι περιηγήσεις σε μη υπαρκτά μουσεία, που μπορεί να δημιουργηθούν για θέματα ή αντικείμενα που δε βρίσκονται συγκεντρωμένα σε συγκεκριμένους μουσειακούς χώρους. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται εικονικά μουσεία για συλλογές με αντικείμενα που «συλλέγουν» ψηφιακά οι μαθητές και οι μαθήτριες, οι οποίοι και αναλαμβάνουν την οργάνωση της περιήγησης και την παρουσίαση των αντικειμένων.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η εμπλοκή των ίδιων των παιδιών στον σχεδιασμό και τη δημιουργία τέτοιων εικονικών μουσείων με διαδικτυακές εφαρμογές που προσφέρονται δωρεάν όπως η εφαρμογή artsteps (<https://www.artsteps.com/>). Ένα παράδειγμα δημιουργίας εικονικής περιήγησης με τη συγκεκριμένη εφαρμογή, μπορεί να δει κανείς στον παρακάτω σύνδεσμο: το μουσείο για τα 200 χρόνια από την Ελληνική Επανάσταση (Εικόνα 5), που αναπτύχθηκε με τη δωρεάν δικτυακή εφαρμογή artsteps.

Η εφαρμογή artsteps δίνει τη δυνατότητα επιλογής εικονικού κτηρίου που θα φιλοξενήσει τα εκθέματα, χρωμάτων, μουσικής χώρου, μεγέθους εικόνων, συνοδευτικών λεπτομερειών, καθώς και τη δυνατότητα σχεδιασμού συγκεκριμένων εκπαιδευτικών μονοπατιών στην περίπτωση που είναι επιθυμητό να αξιοποιηθούν για την αφήγηση ιστορίας (storytelling) (Εικόνα 6).



Εικόνα 5: 200 χρόνια από την Ελληνική Επανάσταση, χώρος δημιουργημένος με το artsteps



Εικόνα 6. Λεπτομέρειες και επεξηγήσεις εικονικών εκθεμάτων

Εικονικές περιηγήσεις μπορεί να δημιουργηθούν και με πιο ισχυρά εργαλεία, όπως η πλατφόρμα Unity. Παράδειγμα είναι το εικονικό μουσείο Πληροφορικής στο Φωτόδεντρο (Εικόνα 7). Στο Φωτόδεντρο-LOR (<http://photodentro.edu.gr/lor/>) διατίθεται ευρεία γκάμα από μαθησιακά αντικείμενα 3D/VR που μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο διαθεματικής διδασκαλίας.



Εικόνα 7. «Μουσείο Πληροφορικής» χώρος δημιουργημένος με το Unity. Πηγή:
<http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-3129>

γ) δημιουργία εικονικής περιήγησης σε χώρους εκτός μουσείων – προσομοιώσεις διαδρομών περιήγησης

Προσομοιώσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν και με τη βοήθεια διαδραστικών χαρτών, όπως η εφαρμογή [GoogleEarth](https://www.google.com/earth/) (με τη λειτουργία 3d κτήρια) ή [GoogleMaps](https://www.google.com/maps/) (με τη λειτουργία Street View).

- Στο πλαίσιο των μαθημάτων της Ιστορίας οι μαθητές μπορούν να επισκεφτούν μέρη σε όλον τον κόσμο και να περιηγηθούν εικονικά σε αυτά, να εντοπίσουν διάφορα μνημεία στον χώρο που βρίσκονται ή να μελετήσουν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά ορισμένων ιστορικών πόλεων (π.χ. στρατηγική θέση). Μάλιστα, το [GoogleEarth](https://www.google.com/earth/) δίνει τη δυνατότητα να εμφανίζονται εικόνες για ορισμένες πόλεις, όχι μόνο όπως είναι σήμερα, αλλά και «ιστορικές» φωτογραφίες από παλαιότερες εποχές.

δ) παιχνίδια προσομοίωσης

Οι δύο επόμενες κατηγορίες περιβαλλόντων προσομοίωσης εντάσσονται σε ό,τι ήδη αποκαλέσαμε «παιχνιδοποίηση» (gamification) (χρήση μεθοδολογίας ηλεκτρονικού παιχνιδιού).

Θα πρέπει να επισημάνουμε πως σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις αντιμετωπίζουν τα ψηφιακά παιχνίδια (ιδιαίτερα τα παιχνίδια δράσης ή ρόλων - action & role playing games), ως ένα **νέο είδος αφήγησης**, στην οποία ο παίκτης είναι συμμετοχός στην κατασκευή της ιστορίας μέσα από τις δράσεις και επιλογές του, καθώς προχωράει στο παιχνίδι. Η πλοκή ξεδιπλώνεται μέσα από βίντεο αλλά κυρίως τη δράση του παίκτη, καθώς εκπληρώνει τις διάφορες αποστολές. Σε μια τέτοια προσέγγιση, οι μαθητές μπορούν είτε να μελετήσουν ένα παιχνίδι στο πλαίσιο γλωσσικών μαθημάτων, αντιμετωπίζοντάς το ως ένα νέο είδος αφηγηματικού κειμένου και αναλύοντας π.χ. τα μέρη της αφήγησης, τους ήρωες, την τοποθεσία κ.λπ., είτε να δράσουν οι ίδιοι ως σχεδιαστές τέτοιων παιχνιδιών.

εκπαιδευτικά παιχνίδια προσομοίωσης

- <https://hilab.di.ionio.gr/byron/>. Ο «Βύρων» είναι ένα ψηφιακό παιχνίδι για την Ελληνική Επανάσταση που δημιουργήθηκε από το Τμήμα Πληροφορικής και το Τμήμα Ιστορίας του Ιονίου Πανεπιστημίου με χρηματοδότηση ΕΛΙΔΕΚ. Ο κύριος σκοπός αυτού του παιχνιδιού είναι να παρουσιάσει τις κοινωνικές ταυτότητες κατά τη διάρκεια της Ελληνικής Επανάστασης, τις διαφορετικές οπτικές τους με βάση τα κίνητρά τους και πώς οι δράσεις τους επηρέασαν αυτήν την επανάσταση.
- Ένα παράδειγμα προσομοίωσης κοινωνικο-επιστημονικού ζητήματος είναι το «[Ψωνίζω και υπολογίζω](#)» (διατίθεται ως μαθησιακό αντικείμενο στο Φωτόδεντρο). Πρόκειται για μια προσομοίωση επίσκεψης στην αγορά τροφίμων σε μορφή παιχνιδιού επιλογών. Ο παίκτης επιλέγει και αγοράζει προϊόντα έχοντας στη διάθεσή του 100 ευρώ και φροντίζοντας να κρατήσει σε ισορροπία τις ποσότητες των προϊόντων που αγοράζει (τεμάχια) με την υγεία και την ευχαρίστηση που του προσφέρουν.

Το «ψωνίζω και υπολογίζω» είναι σχεδιασμένο στην πλατφόρμα [ChoiCo](#), μια διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει τον σχεδιασμό παιχνιδιών με επιλογές μέσω προγραμματισμού με blocks και υποστηρίζει την καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης στους μαθητές (Κυρίγος & Grizioti, 2018, 2020).

Τα παιχνίδια επιλογών μπορούν να διαπραγματεύονται διαφορετικά ζητήματα (όχι μόνο τη διατροφή), όπως τον τρόπο μετακίνησης στην πόλη, καθημερινές επιλογές στην επαγγελματική ζωή ενός ανθρώπου, κ.λπ. Τον ρόλο του σχεδιαστή μπορεί να έχει ο εκπαιδευτικός, αλλά και οι μαθητές μπορούν να σχεδιάσουν τα δικά τους παιχνίδια ορίζοντας τις συνέπειες που θα έχει κάθε επιλογή που κάνει ο παίκτης. Για παράδειγμα, κατά τον σχεδιασμό ενός παιχνιδιού-προσομοίωσης της μετακίνησης στην πόλη ο σχεδιαστής μπορεί να προσφέρει στον παίκτη διαφορετικές επιλογές μετακίνησης (αυτοκίνητο, μετρό, ποδήλατο ή ό,τι άλλο θέλει) και οι συνέπειες των επιλογών να αφορούν τη μόλυνση της ατμόσφαιρας, το οικολογικό αποτύπωμα, τη φυσική κατάσταση, την ταχύτητα μετακίνησης, την κούραση, κ.λπ.

Τέτοια περιβάλλοντα προσφέρονται για διαθεματικές δραστηριότητες, αν δοθεί για παράδειγμα βαρύτητα στις πρακτικές γραμματισμού στις οποίες θα εμπλακεί ο μαθητής, όπως στην παραγωγή, σύνθεση ή παρουσίαση ποικιλίας κειμένων με αφορμή το εκάστοτε πρόβλημα για επίλυση στο περιβάλλον προσομοίωσης.

παιχνίδια προσομοίωσης (μη εκπαιδευτικά)

- Ένα παράδειγμα λογισμικού προσομοίωσης που δεν είναι προσανατολισμένο ειδικά στην εκπαίδευση αποτελεί το «παιχνίδι» [Second Life](#) στο οποίο ο μαθητής-παίκτης εισάγεται σε

έναν εικονικό κόσμο και μπορεί να ζήσει επικοινωνιακές συνθήκες παρόμοιες με αυτές του πραγματικού κόσμου, αναλαμβάνοντας διάφορους ρόλους, όπως του εργαζόμενου σε κάποια δουλειά ή του ερευνητή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εκπαιδευτικής αξιοποίησής του είναι [η δημιουργία του εικονικού νησιού της Καλυψώς από Έλληνα εκπαιδευτικό](#).

- Τα παιχνίδια που σχετίζονται με τη διερεύνηση συγκεκριμένων πολιτισμών έχουν γνωρίσει ιδιαίτερη διάδοση (π.χ. Age of Empires, Civilization κ.ά). Τα περιβάλλοντα αυτά δίνουν ρόλους πρωταγωνιστή στα παιδιά και είναι διερευνητικά. Το πρόβλημα βρίσκεται κυρίως στο γεγονός ότι δεν ενδιαφέρονται για την «ορθή» αναπαράσταση των αρχαίων πολιτισμών, καθώς δεν δημιουργήθηκαν για εκπαιδευτικούς σκοπούς, αλλά ενδιαφέρονται πρωτίστως να αξιοποιήσουν στοιχεία κάποιου πολιτισμού, προκειμένου να δημιουργήσουν ένα ελκυστικό παιχνίδι, κάτι που καθιστά τα περιβάλλοντα αυτά ιδιαίτερα αμφιλεγόμενα για τη μαθησιακή τους αξία. Ωστόσο, μπορούν να αξιοποιηθούν διδακτικά σε κριτικές διδακτικές προσεγγίσεις της Ιστορίας, καθώς οι μαθητές θα μπορούσαν να συγκρίνουν τις αναπαραστάσεις της ιστορίας, όπως εμφανίζονται σε κάποιο παιχνίδι, με την ιστορία που έχουν γνωρίσει στο σχολείο και, εν τέλει, την ιστορική εγκυρότητα αυτών των παιχνιδιών.
- Για παράδειγμα, στο παιχνίδι «Rome Total War», που αφορά στους ρωμαϊκούς επεκτατικούς πολέμους, θα μπορούσε να γίνει κριτική σε σχέση με τις στολές των στρατιωτών, τους πολεμικούς σχηματισμούς, τις πόλεις και τους λαούς που εμφανίζονται.
- Στο παλαιότερο παιχνίδι «Age of Mythology» θα μπορούσε να γίνει κριτική απέναντι στις όψεις της ελληνικής μυθολογίας που παρουσιάζονται.
- Στην ιδιαίτερα διαδεδομένη σειρά παιχνιδιών «Assasin's Creed», που βασίζονται σε πραγματικά ιστορικά γεγονότα (π.χ. Σταυροφορίες, Αναγέννηση στην Ιταλία, αρχαιοελληνικοί μύθοι) τα οποία και επεκτείνουν μέσω της μυθοπλασίας, οι μαθητές μπορούν να έρθουν σε επαφή με τον κόσμο, όπως ήταν εκείνη την εποχή (π.χ. η Φλωρεντία, η αρχαία Αθήνα), να αποκτήσουν ιστορικές γνώσεις και να τις συγκρίνουν σε σχέση με άλλες γνώσεις που έχουν κατακτήσει στο μάθημα της Ιστορίας, ως προς την αξιοπιστία τους. Το Crusader Kings 3 και το Europa Universallis αποτελούν δύο παραδείγματα παιχνιδιών ιστορικής εξομοίωσης, τοποθετημένα χρονικά στον Μεσαίωνα και στα χρόνια της Αναγέννησης. Για παράδειγμα, στο Crusader Kings 3 δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας χαρακτήρων, αξιοποιώντας ένδυση, οπλισμό και κοσμήματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερη ιστορική ακρίβεια.

Ευρύτατα αξιοποιούνται και άλλα ψηφιακά παιχνίδια, όπως το ιδιαίτερα διαδεδομένο στα παιδιά «[Minecraft](#)» σε μια προσπάθεια να αξιοποιηθούν οι μαθησιακές αρχές των παιχνιδιών στο σχολείο (Gee 2008).

2. Επαυξημένη πραγματικότητα (A.R.)

Η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR) ή αλλιώς επαυξημένη πραγματικότητα, είναι μια τεχνολογία που επαυξάνει τον φυσικό κόσμο με ψηφιακές πληροφορίες, κυρίως με σύμβολα, κείμενα, ήχους, βίντεο κ.ά.

Χρησιμοποιείται περισσότερο στις φορητές συσκευές όπου η πραγματικότητα, όπως αυτή συλλαμβάνεται από τον φωτογραφικό φακό, εμπλουτίζεται με πληροφορίες και απεικονίζεται στην οθόνη (Μουστάκας κ.ά., 2015). Με αυτόν τον τρόπο, πραγματικά και εικονικά αντικείμενα μπορούν να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο και να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο (Azuma, 1997).



Εικόνα 8. Επαυξημένη πραγματικότητα για εκπαιδευτικούς και επαγγελματικούς σκοπούς

Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» συχνά συγχέεται με την «Εικονική Πραγματικότητα». Ωστόσο τα εργαλεία της Επαυξημένης Πραγματικότητας δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακών αντικειμένων στους χώρους όπου ο άνθρωπος κινείται και αλληλεπιδρά καθημερινά με στόχο να επαυξήσουν τον πραγματικό κόσμο και όχι να κατασκευάσουν ένα τελείως τεχνητό περιβάλλον. Στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιείται συνήθως η φορητή τεχνολογία (ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα smartphones). Ο χρήστης μπορεί να βλέπει τι υπάρχει στο περιβάλλον του μέσω της κάμερας της συσκευής, το αποτέλεσμα όμως που βλέπει έχει υποστεί γραφική επεξεργασία πριν εμφανιστεί ή, όπως συνήθως ονομάζεται, video see-through.

Οι φορητές υπολογιστικές συσκευές, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα, εκτός από τη συσχέτιση της εικόνας από άλλους αισθητήρες όπως το σύστημα GPS, διαθέτουν ακόμη ένα πλεονέκτημα· πρόκειται για τη δυνατότητά τους να μετακινούνται μαζί με τους χρήστες. Αν μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας κρίνεται απαραίτητο να αναπτυχθεί για να αλληλεπιδρά ο χρήστης με το φυσικό περιβάλλον σε οποιοδήποτε πλαίσιο, το πιο λογικό θα ήταν αυτή η δυνατότητα να παρέχεται μέσω της συσκευής (και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι εφικτό) που μετακινείται μαζί με τον χρήστη.

Συσχέτιση εικόνων και ψηφιακών πληροφοριών

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες αναγκαίες στον χρήστη, ενσωματώνοντάς τες στον κατάλληλο χώρο και χρόνο. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να προβληθούν με τρεις θεμελιώδεις τρόπους (Goldiez et al., 2004).

- Ο πρώτος τρόπος είναι η *υπέρθυση πληροφοριών* οι οποίες δεν απαρτίζουν πλήρως τμήμα του φυσικού περιβάλλοντος. Τέτοιες περιπτώσεις είναι τα head-up displays (HUDs) στα στρατιωτικά αεροσκάφη ή χρήση των οποίων έχει επεκταθεί από την αρχική τους εφαρμογή σε εμπορικές εφαρμογές διαθέσιμες στον καθένα, όπως αυτές που υποβοηθούν τον οδηγό στο παρκάρισμα ή στη λήψη αποφάσεων. Η υπερτιθέμενη πληροφορία διακρίνεται από το πραγματικό σκηνικό και ο καθένας καταλαβαίνει την ύπαρξη της.



Εικόνα 9: Εφαρμογή HUD σε αεροπλάνο και αυτοκίνητο

- Παρόμοιας λογικής είναι και αρκετές εφαρμογές που διατίθενται για κινητές συσκευές στις οποίες η εικόνα της πραγματικότητας εμπλουτίζεται με υπέρθεση επιπλέον πληροφοριών, όπως αυτές στις οποίες στην εικόνα της κάμερας προστίθενται πληροφορίες που σχετίζονται με την κλίση της κινητής συσκευής με σκοπό τον έλεγχο της καθετότητας, αυτές στις οποίες προστίθενται πληροφορίες από το GPS (Εικόνα 10) κ.ά.



Εικόνα 10. Εφαρμογή Laser Level του Android για τον έλεγχο της καθετότητας ηλεκτρικού καναλιού και 3D εκτυπωτή που αξιοποιεί τον εσωτερικό αισθητήρα κλίσης της συσκευής και Εφαρμογή «πυξίδα» του Android: σε οριζόντια θέση απεικονίζει μια πυξίδα, όταν βρίσκεται κάθετα λειτουργεί ως εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας

- Η δεύτερη μέθοδος παρουσιάζει τις πληροφορίες με τέτοιο τρόπο ώστε να μην ξεχωρίζουν από τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο, όπως για παράδειγμα σε μια εφαρμογή στην οποία ένα εικονικό κτίριο τοποθετείται μέσα σε ένα αστικό τοπίο. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χρήστης επιζητά η προστιθέμενη πληροφορία να εκλαμβάνεται ως αντικείμενο του πραγματικού κόσμου. Αυτό χρησιμοποιείται συχνά για τον οπτικό έλεγχο της ένταξης ενός νέου κτηρίου σε μία γειτονιά ή ομάδα κτηρίων, ενός επίπλου που σχεδιάζει κάποιος να αγοράσει, στον χώρο για τον οποίο προορίζεται, ακόμη και για τον έλεγχο ενός ρούχου προς αγορά ή ενός χτενίσματος κ.ά.
- Η τρίτη μέθοδος έγκειται στην αναπαράσταση της πληροφορίας, η οποία υπάρχει στο πραγματικό περιβάλλον, αλλά δεν φαίνεται απευθείας χωρίς την αρωγή της επαυξημένης

πραγματικότητας. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για στρατιωτικούς σκοπούς, αλλά εξελίχθηκε στην προσθήκη πληροφοριών στον πραγματικό κόσμο μέσω κινητών συσκευών (βλ. Εικόνα 11 για ένα παράδειγμα).



Εικόνα 11. Εφαρμογή εμφάνισης κρυφών χαρακτηριστικών (τιμών/ετικετών) στα εμπορεύματα

Στο επιμορφωτικό υλικό της 1ης συνεδρίας αναφέρθηκε η εφαρμογή **Google Lens** ως μια εναλλακτική μηχανή αναζήτησης. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί ένα παράδειγμα αξιοποίησης των δυνατοτήτων της επαυξημένης πραγματικότητας (AR): όταν στρέφουμε την κάμερα της φορητής συσκευής σε ένα αντικείμενο του φυσικού κόσμου, η εφαρμογή το αναλύει και ανακαλεί πληροφορίες για αυτό, επαυξάνοντας έτσι την αλληλεπίδρασή μας με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

Αντίστοιχα, η υπηρεσία **Google Arts & Culture** που αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, έχει τη δυνατότητα αξιοποίησης χαρακτηριστικών επαυξημένης πραγματικότητας, όταν είναι εγκαταστημένη ως εφαρμογή στη φορητή μας συσκευή (<https://arvr.google.com/ar/>): μας επιτρέπει να «μεταφέρουμε» τα αντικείμενα τέχνης και πολιτισμού και να τα ενθέσουμε εικονικά στον δικό μας φυσικό χώρο.

2.1 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην Εκπαίδευση

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση έχει τις βάσεις της στις αρχές της εμπλουτισμένης μάθησης και του εποικοδομισμού: σύμφωνα με τις αρχές αυτές, που αναφέρθηκαν αναλυτικότερα στο υλικό της 3ης συνεδρίας.

Η θεωρία της εμπλουτισμένης μάθησης προβάλλει την έννοια του αυθεντικού πλαισίου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η μάθηση και των αλληλεπιδράσεων που αυτό προάγει μεταξύ των μαθητών/τριών και ατόμων, υλικών, αντικειμένων και τοποθεσιών. Η θεωρία αυτή εμπλουτίζει τη θεωρία του εποικοδομισμού, η οποία αναφέρεται στην οικοδόμηση νοητικών μοντέλων από μαθητές/τριες. Έτσι, η συνένωση των δύο θεωριών πλαισιώνει τον τρόπο που οι μαθητές και οι μαθήτριες μαθαίνουν μέσω της χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Η γνώση αποκτά νόημα καθώς εντάσσεται σε ένα αυθεντικό πλαίσιο που συντελεί στο σχηματισμό νοητικών δομών (Dunleavy & Dede, 2014).

Η επαυξημένη πραγματικότητα προβάλλει πληροφορίες ενταγμένες μέσα στο κατάλληλο πλαίσιο, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση του υπό μελέτη φαινομένου ή αντικειμένου. Ερευνητές υπογραμμίζουν την αξία της δυνατότητας που παρέχει η τεχνολογία στους μαθητές

να αλληλεπιδράσουν απευθείας και σε πραγματικό χρόνο με εικονικά αντικείμενα, στα οποία δεν έχουν πρόσβαση στον φυσικό κόσμο, είτε λόγω επικινδυνότητας, είτε λόγω χρονικής ή χωρικής απόστασης, είτε επειδή πρόκειται για φανταστικά δημιουργήματα, είτε λόγω του ότι οι διαστάσεις τους δεν το επιτρέπουν (Chen, Fan, & Wu, 2016; Di Serio, Ibañez, & Kloos, 2013). Η αλληλεπίδραση αποτελεί κύριο γνώρισμα της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με το φυσικό και το επαυξημένο περιβάλλον. Για παράδειγμα, ένα σχολικό εγχειρίδιο μπορεί να εμπεριέχει ενσωματωμένες εικόνες-στόχους, που όταν αυτοί εντοπίζονται από μια φορητή συσκευή με εγκατεστημένη τη σχετική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, να εμφανίζονται, μέσω της συσκευής, κείμενα, γραφικά στοιχεία, βίντεο και ήχος (Nincarean, Alia, Halim, & Rahman, 2013).



Εικόνα 12. Αντικείμενα Επαυξημένης Πραγματικότητας AR σε φωτογραφία σχολικού βιβλίου

Ένας ακόμη ενδιαφέρων τρόπος αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας είναι η δημιουργία εφαρμογών για χρήση σε αφίσες και διάφορα πολυτροπικά κείμενα όπου εμφανίζονται εμπλουτισμένες εικόνες που έχουν τη δυνατότητα εμφάνισης φωτογραφιών, τρισδιάστατων μοντέλων και αναπαραγωγής βίντεο.



Εικόνα 13. Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε φύλλο εργασίας πληροφορικής

2.2 Εφαρμογές και παραδείγματα αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Ως προς τα εργαλεία δημιουργίας των εφαρμογών, κυριαρχεί η χρήση των Unity 3D και Vuforia λόγω της ευχρηστίας τους. Πρέπει επίσης να προστεθεί ότι οι συγκεκριμένες εφαρμογές είναι δωρεάν, αλλά χρειάζονται κάποιο χρόνο εκμάθησης, σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με εφαρμογές αξιοποίησης έτοιμου περιεχομένου, πολλές από τις οποίες δεν προσφέρονται για δωρεάν χρήση. Υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εκπαιδευτικών εφαρμογών με αξιοποίηση του δωρεάν και εύχρηστου Aurasma, που εμφανίστηκε το 2013 και αντικαταστάθηκε από το Hp Reveal, μέχρι το 2020 όπου σταμάτησε η λειτουργία του, ενώ αναφέρονται και δωρεάν εργαλεία για χρήση όπως τα SchoolAR, ARTutor και Metaverse.

- Στην εφαρμογή της Εικόνας 12, που επαυξάνει εικόνα του σχολικού βιβλίου της Τεχνολογίας και δημιουργήθηκε με την εφαρμογή UniteAR, τα αντικείμενα που εμφανίζονται σε υπέρθεση είναι βίντεο, τρισδιάστατο (3D) μοντέλο και εικονικό κουμπί που περιέχει υπερσύνδεσμο που εμφανίζει εξωτερικό περιεχόμενο, ενώ θα μπορούσαν να περιλαμβάνονται και φωτογραφία, πανοραμική φωτογραφία, κινούμενα σχέδια και ήχος.



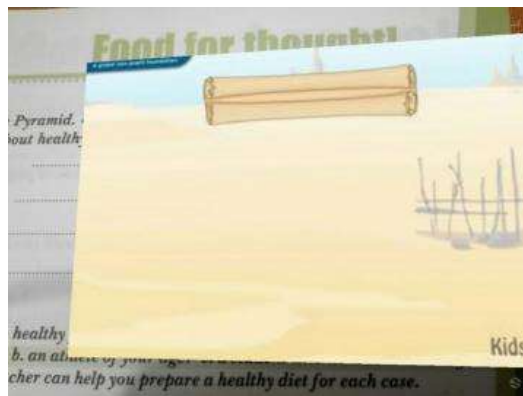
Εικόνα 14. Αντικείμενο Επαυξημένης Πραγματικότητας AR σε φωτογραφία του βιβλίου Αγγλικών της Α΄ Γυμνασίου

- Ένα παράδειγμα αυτόνομης εφαρμογής στην εκπαίδευση στην Ελλάδα είναι η εφαρμογή SchoolAR, μία δωρεάν εκπαιδευτική εφαρμογή για ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα που δημιουργήθηκε ως δοκιμαστικό έργο επαυξημένης πραγματικότητας για τα σχολικά βιβλία, και αξιοποιήθηκε σε δύο βιβλία, το βιβλίο Πληροφορικής της Α΄ Γυμνασίου και της Γεωγραφίας της ΣΤ΄ Δημοτικού, ενώ διατίθεται δωρεάν στο Google Play για Android συσκευές. Κατατάσσεται στις εφαρμογές με τη χρήση φυσικού δείκτη και για την ενεργοποίησή της χρησιμοποιεί (trigger) μία εικόνα που ανιχνεύεται στο βιβλίο και κατά τη λειτουργία επικαλύπτεται από πολυμεσικό περιεχόμενο που έχει μεταφορτωθεί στην κινητή συσκευή (Εικόνα 13). Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της εφαρμογής είναι κυρίως το Unity 3D, όπως στις περισσότερες ανάλογου τύπου εφαρμογές, και το πρόγραμμα σχεδίασης τρισδιάστατων γραφικών Blender (Kent, 2015). Επίσης, όλα τα ψηφιακά στοιχεία της εφαρμογής είναι από ιστότοπους δωρεάν χορήγησης γραφιστικού υλικού και δημιουργίες του προγραμματιστή (Γεωργίου, 2017).



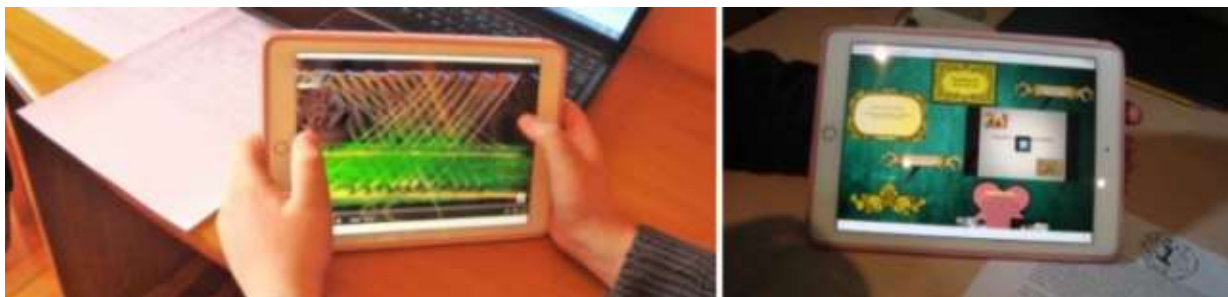
Εικόνα 15. Η εφαρμογή SchoolAR

- Επίσης αναφέρονται πολύ θετικά αποτελέσματα και για εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, που δημιουργήθηκε με το Aurasma, σε προέφηβους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες (Παναγοπούλου & Καραγιαννίδης, 2017) όπου το σχολικό βιβλίο λογοτεχνικών κειμένων επαυξήθηκε με ψηφιακά στοιχεία που προβάλλονται μέσω κινητής συσκευής, με σκοπό να παρέχει σε μαθητές του τμήματος ένταξης μια ελκυστική μαθησιακή εμπειρία και να προωθήσει την εμπλοκή τους στο μάθημα. Η εφαρμογή Aurasma κατατάσσεται στις εφαρμογές με τη χρήση φυσικού δείκτη· για την ενεργοποίησή της, η εφαρμογή χρησιμοποιεί εικόνα που ανιχνεύεται από το βιβλίο του μαθητή και κατά τη λειτουργία της επικαλύπτεται από πολυμεσικό περιεχόμενο.



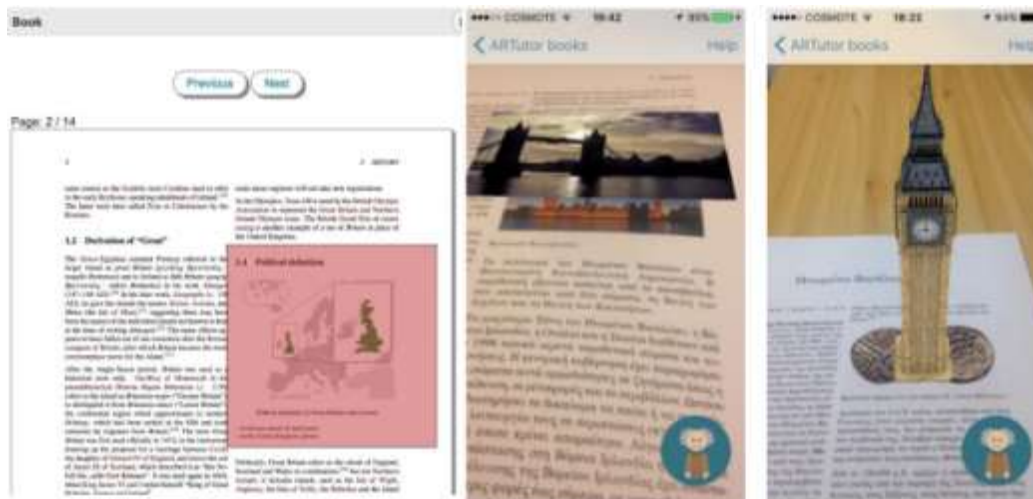
Εικόνα 16. Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα των Αγγλικών του Γυμνασίου

Αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα αναφέρονται από την αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην αναγνωστική κατανόηση εφήβων με μαθησιακές δυσκολίες (Τσιότσια & Καραγιαννίδης 2018).



Εικόνα 17. Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε σχολικά βιβλία

- Μεγάλη ποικιλία βιβλίων που έχουν εμπλουτιστεί με αξιοποίηση της δωρεάν εφαρμογής ARTutor, εφαρμογή που ανιχνεύει προεπιλεγμένες περιοχές της σελίδας, στις οποίες εμφανίζει με υπέρθεση πάνω από την εικόνα ενεργοποίησης και ανάλογα με τον τύπο επαύξησης, μία εικόνα, ένα βίντεο, ή ένα τρισδιάστατο μοντέλο ή αναπαράγεται ένας ήχος. Το ARTutor (https://artutor.cs.duth.gr/index_el/) είναι μια πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας που έχει αναπτυχθεί από το Εργαστήριο Προηγμένων Εκπαιδευτικών Τεχνολογιών και Εφαρμογών Κινητών Συσκευών του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Αποτελείται από μια σελίδα διαχείρισης και μια εφαρμογή για κινητές συσκευές. Η εφαρμογή χρησιμοποιείται για την πρόσβαση στα βιβλία επαυξημένης πραγματικότητας που βρίσκονται στη σελίδα διαχείρισης, όπου ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει βιβλία ανά τίτλο, κατηγορία ή συγγραφέα. Ο χρήστης μπορεί να εκτυπώσει το σχετικό QR Code του επιλεγμένου βιβλίου και στη συνέχεια με σάρωση από την εφαρμογή μπορεί το δει άμεσα, ενώ μπορεί και να το κατεβάσει σε μορφή pdf. Από την οθόνη πληροφοριών του βιβλίου, ο χρήστης μπορεί επιπρόσθετα να επιλέξει τις επαυξήσεις του βιβλίου, ώστε να δει αναλυτικές πληροφορίες για κάθε επαύξηση ξεχωριστά. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει δικά του επαυξημένα βιβλία.



Εικόνα 18. Βιβλία εμπλουτισμένα με την εφαρμογή ARTutor

- Το Metaverse studio είναι μία δωρεάν διαδικτυακή πλατφόρμα δημιουργίας εμπειριών Επαυξημένης Πραγματικότητας λειτουργεί μέσω QR Code, με εντυπωσιακές δυνατότητες, καθώς σε αυτή αναπτύσσονται παιχνίδια AR, διαδραστικές ιστορίες, πάζλ και κουίζ AR. Οι εμπειρίες AR σχεδιάζονται στο Metaverse studio και προβάλλονται στην εφαρμογή κινητής συσκευής Metaverse app (διατίθεται για εγκατάσταση από το Play Store, μέσω συνδέσμου που βρίσκεται στην πλατφόρμα). Το Metaverse ταξινομείται σε μια κατηγορία εφαρμογών, στις οποίες, η πληροφορία που εμφανίζεται, δεν αφορά άμεσα σε συγκεκριμένη εικόνα ή σημείο σελίδας, αλλά μπορεί επιπλέον να εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση του χρήστη, όπως αυτή καθορίζεται από το GPS της κινητής συσκευής του. Επιπλέον μπορεί να δημιουργηθεί σειρά πληροφοριών, σε διαφορετικές οθόνες, η διαδοχή των οποίων εξαρτάται από την αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Μπορεί με αυτόν τον τρόπο να αξιοποιηθεί σαν «Κυνήγι θησαυρού», όπου μαθητές θα λαμβάνουν πληροφορίες για την ανακάλυψη αντικειμένων που βρίσκονται σε συγκεκριμένα προκαθορισμένα σημεία, για τη διδασκαλία ενοτήτων μέσω κουίζ και θεματικών παιχνιδιών όπου η ενεργοποίηση θα γίνεται με QRCode (βλ. Θεοφανοπούλου, 2021). Παράδειγμα αξιοποίησής του διατίθεται στην ιστοσελίδα της Europeana (<http://blogs.eun.org/teachwitheuropeana/learning-scenarios/children-stories-from-the-past-1s-it-110/>)



Εικόνα 19. Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που ενεργοποιείται από κώδικες QR.

2.3 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις της διδακτικής αξιοποίησης επαυξημένης πραγματικότητας

α) Θετικά ερευνητικά αποτελέσματα

Σύμφωνα με τους Di Serio et al. (2013), οι μαθητές εμφανίζουν αυξημένο ενδιαφέρον για τα μελετώμενα αντικείμενα, όταν αυτά προσεγγίζονται μέσω εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Τα κίνητρα των μαθητών αυξάνονται και αυτό οδηγεί σε αύξηση της προσήλωσής τους, μεγαλύτερη προσπάθεια και τελικά σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Παναγοπούλου & Καραγιαννίδη (2017), η αξία των βιβλίων που έχουν εμπλουτιστεί με Επαυξημένη Πραγματικότητα έγκειται στη σύζευξη της τεχνολογίας με το περιεχόμενο του βιβλίου στο ίδιο το πλαίσιο του και ειδικότερα στη δυνατότητα πρόσβασης των μαθητών σε ψηφιακό οπτικοακουστικό υλικό και δραστηριότητες που συμβάλλουν στην ενίσχυση και την καλύτερη κατανόηση των στατικών κειμενικών πληροφοριών και εικόνων του έντυπου περιεχομένου.

Σε ανασκόπηση 20 μελετών στη διεθνή βιβλιογραφία που δημοσιεύτηκαν από το 2017 και μετά, για την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Βολιώτη 2021) βρέθηκε ότι τα γνωστικά αντικείμενα που μελετώνται περισσότερο είναι κυρίως τα Μαθηματικά και η Γλώσσα και αφορούν στην πλειονότητά τους το Δημοτικό. Όλες οι έρευνες χρησιμοποίησαν κινητές συσκευές —έξυπνα τηλέφωνα και tablet— για την υλοποίηση των εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας στη μαθησιακή διαδικασία, σε αντίθεση με παλιότερες έρευνες όπου χρησιμοποιούνταν σταθεροί υπολογιστές ή ειδικές συσκευές που φοριούνται στο κεφάλι. Από τα αποτελέσματα φαίνεται πως η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα ενισχύει την κατανόηση των μαθητών, βελτιώνει τη συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία, προσφέρει κίνητρο για μάθηση, προσδίδει στην εκπαιδευτική διαδικασία έναν παιγνιώδη χαρακτήρα και τελικά βελτιώνει τις επιδόσεις των μαθητών. Οι μαθητές δηλώνουν ότι μαθαίνουν διασκεδάζοντας. Επίσης, καλλιεργείται η κουλτούρα της αυτόνομης μάθησης, βελτιώνονται οι διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών και προωθείται η ομαδοσυνεργατική μάθηση. Τέλος, η ευχρηστία αυτών των εφαρμογών είναι το κύριο χαρακτηριστικό που τις καθιστά πολύ προσίτες στους μαθητές.

Σε έρευνα που έγινε κατά τη διάρκεια της Covid-19, έγινε σύγκριση της αποτελεσματικότητας διδασκαλίας συγκεκριμένης ενότητας για 111 μαθητές Δημοτικού, στο πλαίσιο της ανεστραμμένης τάξης, όπου διαπιστώθηκε ότι η προσέγγιση της μάθησης με βάση την Επαυξημένη Πραγματικότητα όχι μόνο ωφέλησε τους μαθητές όσον αφορά την προώθηση της απόδοσης του έργου τους, αλλά επίσης βελτίωσε το κίνητρό τους για μάθηση, την κριτική τους σκέψη και την αυτο-αποτελεσματικότητα της ομάδας (Chang & Hwang 2018).

Σε αντίστοιχη έρευνα που έγινε στην Ελλάδα, με σκοπό να εξετάσει τη δυνατότητα αξιοποίησης της Επαυξημένης Πραγματικότητας στα σχολικά βιβλία, κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 και στο πλαίσιο της επείγουσας απομακρυσμένης διδασκαλίας (Κουτρομάνος, 2021), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί θεωρούν πολύ εύκολη τη δημιουργία επαυξημένων ενοτήτων σε σχολικά βιβλία, πράγμα που συνάδει και με άλλες έρευνες. Έδειξαν επίσης ότι οι εκπαιδευτικοί θεώρησαν ότι η αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στη διδασκαλία τους μπορεί να αυξήσει τα κίνητρα των μαθητών και να τους εμπλέξει πιο ενεργά στη μάθηση. Αντίστοιχα, οι μαθητές θεώρησαν τα αντικείμενα αυτά πολύ εύκολα στη χρήση και πολύ χρήσιμα για τη μάθησή τους, αντίθετα με το συμπέρασμα που κατέληξε η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των Akçayır & Akçayır (2017), οι οποίοι σε σχετική μελέτη έδειξαν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στη χρήση εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας.

β) Οι προκλήσεις κατά τη διδακτική αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας

Στη βιβλιογραφία καταγράφονται και τρεις κατηγορίες προκλήσεων ως προς την αξιοποίηση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.

- Η πρώτη και κυριότερη είναι οι προκλήσεις που συνδέονται με την τεχνολογία και τα τεχνικά γνώσιμα της επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς μπορεί να προκύψουν αναπάντεχες αποτυχίες των εφαρμογών ή των συσκευών, ή άλλα τεχνικά προβλήματα (Wu et al., 2013).
- Η δεύτερη σχετίζεται με παιδαγωγικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Οι Wu et al. (2013) επισημαίνουν ότι, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν εποικοδομητικά οι δυνατότητες των εφαρμογών αυτών, προσδοκάται πλήρης αναδιάρθρωση των παραδοσιακών εκπαιδευτικών μεθόδων και την άποψή τους ασπάζονται και οι Chen et al. (2016), που σημειώνουν την ανάγκη κατάλληλου εκπαιδευτικού σχεδιασμού για την ένταξη τέτοιων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη.
- Η τρίτη πρόκληση είναι η αρνητική δυναμική χρήση της τεχνολογίας των κινητών συσκευών στο σχολείο, λόγος για τον οποίο το παρόν νομοθετικό πλαίσιο θέτει σοβαρούς περιορισμούς στη χρήση τους στο σχολείο. Ωστόσο σημειώνουμε πως στη θέση των κινητών τηλεφώνων μπορούν να αξιοποιηθούν τάμπλετ, που έχουν διανεμηθεί στα σχολεία για αντίστοιχους σκοπούς.

Για το τελευταίο σημείο, το ζήτημα της «φορητής/κινητής μάθησης», θα συζητήσουμε στην αμέσως επόμενη υπο-ενότητα.

3. Κινητή Μάθηση (mobile learning)

Με τον όρο Φορητή ή Κινητή Μάθηση (**mobile learning** ή **m-learning**) αναφερόμαστε στις ασύρματες κινητές υπολογιστικές συσκευές και στις εφαρμογές τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η Κινητή Μάθηση αποτελεί πρόκληση για τα εκπαιδευτικά συστήματα, αφού διαφοροποιεί και επεκτείνει τις χρήσεις των ψηφιακών τεχνολογιών για μετάδοση και αναζήτηση πληροφοριών και για ανθρώπινη επικοινωνία και συνεργασία. Οι ψηφιακές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο αυτό είναι μεταφέριμες και λειτουργικές παντού, ενώ

ταυτόχρονα μπορούν να συνδεθούν σε κινητά ή ασύρματα δίκτυα με σκοπό την ανταλλαγή οποιασδήποτε φύσης δεδομένων. Οι βασικές προσφερόμενες δυνατότητές τους, η φορητότητα και η συνδεσιμότητα, καθιστούν τις κινητές συσκευές εν δυνάμει γνωστικά εργαλεία, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη διδακτική και μαθησιακή διαδικασία.

Ο όρος «κινητή μάθηση», λοιπόν, περιλαμβάνει όλες τις ασύρματες τεχνολογίες, φορητές συσκευές και εφαρμογές που μπορούν να υποστηρίξουν τη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία, κατά κανόνα, χωρίς χωρικούς ή / και χρονικούς περιορισμούς.

Να τονίσουμε στο σημείο αυτό ότι η μάθηση είναι μια ανθρώπινη ιδιότητα και με αυτή την έννοια ένας πιο ουσιαστικός όρος για να χαρακτηρίσει αυτή την περιοχή είναι, κατά τη γνώμη μας, ο ακόλουθος: **ασύρματα υπολογιστικά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν την ανθρώπινη μάθηση** (wireless computer supported human learning).

3.1 Ασύρματα και κινητά συστήματα

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται σημαντική πρόοδος, η οποία άπτεται της ταχύτητας επεξεργασίας σε σχέση με το κόστος και το μέγεθος των συσκευών και των τηλεπικοινωνιών και βασίζεται στην ανάπτυξη *ασύρματων* πλέον *δικτύων* μετάδοσης μηνυμάτων (κειμένου, φωνής, εικόνας και βίντεο). Παράλληλα, η τεχνολογική εξέλιξη στο χώρο των επικοινωνιών επιτρέπει πλέον την ασύρματη επικοινωνία με σχετικά χαμηλό κόστος, αποδεσμεύοντας τους χρήστες από τη χρήση ενσύρματων συνδέσεων. Κλασικό, αλλά όχι μοναδικό, παράδειγμα, η κινητή τηλεφωνία που καλύπτει σήμερα (μέσω κεραιών ή δορυφόρων) το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της γης.

Ο όρος **κινητός υπολογιστής** (mobile computing) είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει συνήθως τους υπολογιστές - ταμπλέτες (tablets) και τα *κινητά τηλέφωνα τρίτης και τέταρτης γενιάς* που διαθέτουν λειτουργικό σύστημα *Windows CE*, λειτουργικό σύστημα *OS* ή λειτουργικό σύστημα *Android*.

Ο όρος **πανταχού παρών υπολογιστής** (ubiquitous computing) χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για να τονίσει την τεχνολογική εξέλιξη σχετικά με τις μικροσυσκευές, οι οποίες εμπεριέχουν υπολογιστικά συστήματα, τα οποία συνήθως δεν είναι εμφανή στο χρήστη και επιτελούν διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας της πληροφορίας (συλλογή δεδομένων, αυτοματοποίηση λειτουργιών, κ.λπ.). Πρόκειται για ένα σενάριο χρήσης των υπολογιστικών συσκευών, οι οποίες μας συνοδεύουν παντού, δεδομένου ότι είναι εύχρηστες, φορητές, ασύρματες και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Weiser et al, 1999). Σε αντίθεση με τους προσωπικούς υπολογιστές, που είναι περίπλοκοι και δύσχρηστοι, οι μικροσυσκευές και οι καθημερινές συσκευές που εμπεριέχουν υπολογιστικά συστήματα χωρίς ο χρήστης πρακτικά να το αντιλαμβάνεται, θα μπορούσε να είναι μια μελλοντική λύση για τη θέση των ΤΠΕ στις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Σημαντική υπολογιστική συσκευή μικρού μεγέθους, που τείνει να υποκαταστήσει πολλές από τις λειτουργίες των προσωπικών ή των φορητών υπολογιστών, είναι ο **Υπολογιστής-ταμπλέτα** (tablet). Ένας *Υπολογιστής-ταμπλέτα* ή tablet στα αγγλικά, είναι ένας φορητός υπολογιστής ή προσωπικός ψηφιακός βοηθός και έχει μέγεθος μεγαλύτερο από ένα κινητό τηλέφωνο και επιτρέπει αντίστοιχες λειτουργίες και χρήσεις με ένα συμβατικό υπολογιστή. Βασίζεται σε μια επίπεδη οθόνη αφής και κυρίως λειτουργεί αγγίζοντας την οθόνη αντί να χρησιμοποιεί ένα φυσικό πληκτρολόγιο. Χρησιμοποιεί συχνά την οθόνη σαν εικονικό πληκτρολόγιο, με μια παθητική γραφίδα ή μια ψηφιακή πένα.



Εικόνα 20. Ο υπολογιστής – ταμπλέτα iPad της εταιρείας Apple που καθιέρωσε αυτού του τύπου τις συσκευές στην αγορά

Βασικός ανταγωνιστής του Υπολογιστή-ταμπλέτα είναι το **Κινητό Τηλέφωνο** «τρίτης και τέταρτης γενιάς» (που αποκαλείται και «**έξυπνο τηλέφωνο**» - smart phone), το οποίο, εκτός από επικοινωνιακή συσκευή, είναι πλέον και προσωπικός οργανωτής (προσφέροντας διάφορες υπηρεσίες, όπως ηλεκτρονική ατζέντα, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, κ.λπ.). Τα κινητά τηλέφωνα «τρίτης και τέταρτης γενιάς» είναι πλέον συνδυασμός τηλεφώνου και υπολογιστή παλάμης. Διαθέτουν ενσωματωμένες ή ξεχωριστές βιντεοκάμερες, έγχρωμες οθόνες, πληκτρολόγια ή διεπιφάνειες αφής. Βέβαια, η μικρή σε διαστάσεις οθόνη των κινητών τηλεφώνων, δεν επιτρέπει στους χρήστες τους να επιτελούν πολλές εργασίες που απαιτούν συσκευές εξόδου (οθόνη) με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως διάβασμα, χειρισμό εφαρμογών με σύνθετες διεπιφάνειες χρήσης, κ.λπ. Για το λόγο αυτό οι υπολογιστές – ταμπλέτες και τα «έξυπνα» κινητά λειτουργούν συμπληρωματικά και δεν φαίνεται να μπορεί η μία κατηγορία συσκευής να υποκαταστήσει πλήρως την άλλη.

Χαρακτηριστικά-προσφερόμενες δυνατότητες

Ειδικότερα, τόσο οι υπολογιστές – ταμπλέτες όσο και τα «έξυπνα» κινητά διαθέτουν συγκεκριμένες *προσφερόμενες δυνατότητες*, κάποιες εκ των οποίων είναι εγγενή χαρακτηριστικά τους και δεν τις βρίσκουμε σε σταθερούς ή φορητούς υπολογιστές. Τέτοιες δυνατότητες είναι:

- **Φορητότητα:** Κύριο χαρακτηριστικό των συσκευών αυτών είναι ότι, εξαιτίας του μικρού του μεγέθους, μπορούν να μεταφερθούν εύκολα και να χρησιμοποιηθούν με τη χρήση ακόμα και ενός χεριού (handhelds).
- **Ασύρματη συνδεσιμότητα:** Οι συσκευές αυτές μπορούν επίσης εύκολα να συνδεθούν (ενσύρματα με κάποιο καλώδιο ή ασύρματα με τεχνολογίες *Infra-Red*, *Bluetooth* ή *WiFi*) σε υπολογιστές γραφείου ή φορητούς υπολογιστές για να ανταλλάξουν δεδομένα ή να μοιραστούν περιφερειακές συσκευές. Η συνδεσιμότητα Bluetooth είναι επίσης βασική λειτουργία και χρησιμοποιείται συνήθως για τη σύνδεση περιφερειακών και για την επικοινωνία με τις τοπικές συσκευές στη θέση της ενσύρματου USB σύνδεσης.
- **Επιταχυνσιόμετρο:** Το επιταχυνσιόμετρο είναι μια συσκευή που ανιχνεύει τις φυσικές κινήσεις της ταμπλέτας ή του κινητού. Αυτό επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία στη χρήση. Το επιταχυνσιόμετρο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση του προσανατολισμού της ταμπλέτας ή του κινητού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, αλλά μπορεί επίσης να ανιχνεύσει την κίνηση, δεδομένα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική διεπαφή ελέγχου για το λογισμικό.
- **Αισθητήρες φωτισμού και εγγύτητας:** Πρόκειται για αισθητήρες που τους συναντάμε και στις ρομποτικές συσκευές, οι οποίοι ανιχνεύουν το επίπεδο φωτισμού και την απόσταση από ένα αντικείμενο και με αυτόν τον τρόπο η κεντρική μονάδα επεξεργασίας ρυθμίζει αυτόματα τη φωτεινότητα της οθόνης και εάν χρειαστεί τη σβήνει για να αποφευχθούν εντολές από ακούσιες επαφές.

Μεγάλο μειονέκτημα, και ενδεχομένως ανυπέρβλητο πρόβλημα, είναι το μικρό μέγεθος των συσκευών εισόδου και εξόδου (πληκτρολόγια, οθόνες, κλπ.), βλ. σχετικά αμέσως στην αμέσως παρακάτω ενότητα.

3.2 Κινητές υπολογιστικές συσκευές στην εκπαίδευση

3.2.1 Λειτουργίες και τρόποι αξιοποίησης

Η χρήση *κινητών υπολογιστικών συσκευών* στην εκπαιδευτική διαδικασία συνιστά σήμερα έναν ιδιαίτερα σημαντικό τομέα έρευνας και ανάπτυξης. Αφενός, οι εφαρμογές αυτές γνωρίζουν ραγδαία ανάπτυξη στο τεχνολογικό επίπεδο και σταθερή διάδοση στο κοινωνικό επίπεδο και, αφετέρου, γίνεται όλο και περισσότερο κατανοητό ότι μπορεί να προσφέρουν νέες μορφές επικοινωνίας, κοινωνικής αλληλεπίδρασης και συνεργασίας και να διαμορφώσουν νέα περιβάλλοντα διδασκαλίας και μάθησης.

Πλεονεκτήματά τους είναι τόσο η γρήγορη διάδοση όσο και το σχετικά χαμηλό κόστος, σε συνδυασμό με την πραγματική φορητότητα, τη διαρκή διαθεσιμότητα και τη δυνατότητα ασύρματης δικτύωσής τους (την αποδέσμευση δηλαδή των μαθητών από χωρικούς και χρονικούς περιορισμούς). Όμως ένα εναλλακτικό παιδαγωγικό πλαίσιο δεν είναι δυνατόν να προκύψει μόνο από τις δυνατότητες της κινητής υπολογιστικής τεχνολογίας. Αντιθέτως, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή βασικής έρευνας με δεδομένα από αυθεντικές συνθήκες τάξης σε ποικίλες μαθησιακές δραστηριότητες και γνωστικά αντικείμενα. Οι κύριες παράμετροι της έρευνας αυτής έχουν αφενός τεχνολογική (στο επίπεδο της σχεδίασης συσκευών και λογισμικών) και αφετέρου παιδαγωγική / μαθησιακή (στο επίπεδο των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και των μαθησιακών αποτελεσμάτων) αφετηρία και διάσταση.

Τέσσερα κύρια επίπεδα αξιοποίησης και χρήσης των κινητών συσκευών στην εκπαιδευτική διαδικασία καταγράφονται στη βιβλιογραφία (Gay *et al.*, 2002):

- το πρώτο αφορά στην *παραγωγικότητα* (που επιτυγχάνεται με τη χρήση βασικών εφαρμογών γενικής χρήσης),
- το δεύτερο στην *ευέλικτη πρόσβαση* (που αφορά στην προσπέλαση δεδομένων),
- το τρίτο στη *συλλογή δεδομένων* και
- το τέταρτο στην *επικοινωνία* και στη *συνεργασία* (Πίνακας 1).

Κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύεται από τυπικές εφαρμογές λογισμικού που προσδιορίζουν τις λειτουργίες και τις *προσφερόμενες δυνατότητες* (affordances) της συσκευής. Παράλληλα, κάθε επίπεδο δίνει περισσότερη ή λιγότερη έμφαση στη διαχείριση του περιεχομένου ή της αλληλεπίδρασης.

Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Επίπεδο 3	Επίπεδο 4
Παραγωγικότητα	Ευέλικτη πρόσβαση	Συλλογή δεδομένων	Επικοινωνία και συνεργασία
τυπικές εφαρμογές			
<ul style="list-style-type: none"> • ημερολόγια • χρονοπρογραμματισμός • επικοινωνία • βαθμολόγηση • αξιολόγηση 	<ul style="list-style-type: none"> • τοπικές βάσεις δεδομένων • διαδραστικές εφαρμογές • εκπαίδευση just-in-time 	<ul style="list-style-type: none"> • δικτυακές βάσεις δεδομένων • συλλογή δεδομένων • σύνθεση δεδομένων • κινητές βιβλιοθήκες 	<ul style="list-style-type: none"> • συζήτηση (real-time chat) • σημειώσεις • διαμοιρασμός δεδομένων • ασύρματη επικοινωνία
<ul style="list-style-type: none"> • Η έμφαση είναι στο περιεχόμενο και στις ατομικές χρήσεις • χρήστης: το άτομο • κυρίως ασύγχρονα • καταχώρηση και διαχείριση πληροφοριών • βασίζεται σε συγκεκριμένο υλικό • απομόνωση 	<ul style="list-style-type: none"> • Η έμφαση είναι στην επικοινωνία και στις συλλογικές χρήσεις • χρήστης: η ομάδα • κυρίως σύγχρονα • οικοδόμηση γνώσης • βασίζεται σε συγκεκριμένα δίκτυα • διασύνδεση 		

Πίνακας 1: **Διαφορετικά Επίπεδα Αξιοποίησης των Κινητών Συσκευών στη Μάθηση (Gay et al, 2002)**

Σημαντικό μέρος της σύγχρονης έρευνας με τις κινητές συσκευές εστιάζεται στις δυνατότητες που προσφέρουν για *συνεργατική μάθηση*. Οι ασύρματες υπηρεσίες και η φορητότητα που παρέχουν θεωρείται ότι μπορεί να επιλύσουν ένα σημαντικό αριθμό από τις τεχνολογικές αδυναμίες των συμβατικών υπολογιστικών συστημάτων καθώς διαμορφώνουν ένα πιο φυσικό κινητό συνεργατικό περιβάλλον. Πράγματι, ενώ η κινητικότητα στο φυσικό χώρο αποτελεί ένα βασικό εργαλείο για την εγκαθίδρυση κοινωνικού διαλόγου, αυτή αναιρείται λόγω της δέσμευσης από το υπολογιστικό περιβάλλον για την ολοκλήρωση εργασιών στον επιτραπέζιο υπολογιστή.

Οι κινητές συσκευές παρουσιάζουν δύο χαρακτηριστικά:

α) δεν μετασχηματίζουν το περιβάλλον μάθησης μεταφέροντας τη διδασκαλία σε ένα εργαστήριο υπολογιστών ή μπροστά σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή αλλά ενσωματώνονται και εμπλουτίζουν τα συμβατικά περιβάλλοντα μάθησης στο χώρο της τάξης και

β) διαφοροποιείται η σχέση των μαθητών με την τεχνολογία καθώς το επίκεντρο δεν είναι ο υπολογιστής αλλά ο μαθητής. Παράλληλα, η ροή της πληροφορίας αντιστρέφεται καθώς σε ένα προσωποποιημένο τεχνολογικό περιβάλλον όπως των ασύρματων κινητών συσκευών, η πληροφορία έχει κατεύθυνση στο μαθητή και όχι ο μαθητής σε αυτή και στην αναζήτησή της.

Από την υπάρχουσα βιβλιογραφία είναι επίσης γνωστοί διάφοροι περιορισμοί και αρκετά μειονεκτήματα των κινητών συσκευών. Μεγάλο μειονέκτημα είναι το σχετικά μικρό μέγεθος των συσκευών εισόδου και εξόδου (πληκτρολόγια, οθόνες, κ.λπ.) που τις καθιστά πολλές φορές μη λειτουργικές για διάφορες χρήσεις ή περιορίζει σημαντικά την εργονομία τους. Η οθόνη των συσκευών αυτών (ειδικά στα «έξυπνα» κινητά) δεν μπορεί να απεικονίσει πολλές ταυτόχρονα πληροφορίες, το πληκτρολόγιο απαιτεί προσπάθεια για τη γραφή κειμένου ενώ η συσκευή δείξης (το ηλεκτρονικό στυλό που υποκαθιστά το ποντίκι) δεν μπορεί εύκολα να υποκαταστήσει το πραγματικό μολύβι. Στους εγγενείς περιορισμούς έχει καταγραφεί η ανάγκη για επάρκεια χρόνου που απαιτείται για την εξοικείωση με τις συσκευές και το λογισμικό, η ανάγκη ύπαρξης τεχνικού προσωπικού για υποστήριξη και η προσαρμογή υλικού και πληροφοριών στις δυνατότητες των συσκευών.

Οι υπολογιστές - ταμπλέτες αλλά και τα «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα μπορούν να βρουν αξιόλογες χρήσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία και να επιτρέψουν την ανάπτυξη ατομικών και συνεργατικών δραστηριοτήτων εντός ή και εκτός τάξης. Τέτοιες δραστηριότητες αφορούν αφενός τη διαχείριση πληροφοριών και αφετέρου την επικοινωνία και τη συνεργασία στο πλαίσιο διδακτικών και μαθησιακών καταστάσεων, με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και ικανοτήτων υψηλού επιπέδου και επιστημονικής κατανόησης:

- **Πρόσβαση σε πληροφορίες** (π.χ. ηλεκτρονικά βιβλία, λεξικά, υπερμεσικό υλικό, κ.λπ.): παροχή δυνατότητας υποκατάστασης των κλασικών σχολικών εγχειριδίων αλλά και με τους εγγενείς τεχνικούς περιορισμούς της μικρής οθόνης και των περιορισμένων πολυμεσικών και αποθηκευτικών προς το παρόν δυνατοτήτων τους.
- **Μεταφορά δεδομένων**: ανταλλαγή (λήψη και αποστολή) δεδομένων με γρήγορο και εύκολο τρόπο (δεδομένης της ασύρματης επικοινωνίας που υποστηρίζουν οι υπολογιστές - ταμπλέτες).
- **Συλλογή δεδομένων**: οι υπολογιστές - ταμπλέτες είναι ιδανικά φορητά εργαλεία τόσο για αυτόνομη συλλογή στοιχείων (καταγραφή, ηχογράφηση, φωτογράφηση, βιντεοσκόπηση) όσο και σε συνεργασία με άλλες περιφερειακές συσκευές (εκτυπωτές, κ.λπ.) μέσα και κυρίως έξω από την τάξη. Τα δεδομένα μπορούν εύκολα να αποθηκευτούν και να τροποποιηθούν. (Soloway et al., 1999).
- **Δραστηριότητες αξιολόγησης**: οι δραστηριότητες αυτές αφορούν τον εκπαιδευτικό που μπορεί εύκολα να παραλάβει ασκήσεις που έχουν λυθεί από τους μαθητές και σταλεί μέσω του υπολογιστή - ταμπλέτα.
- **Δραστηριότητες διαχείρισης**: αφορά όλες τις δραστηριότητες οργάνωσης του σχολικού χρόνου και των δραστηριοτήτων μάθησης.
- **Δραστηριότητες οπτικοποίησης**: χρήση του υπολογιστή - ταμπλέτα ως εργαλείου σχεδίασης και οπτικοποίησης εννοιών, διαδικασιών, δεδομένων, κ.λπ.
- **Επιστημονικό εργαλείο**: Οι υπολογιστές - ταμπλέτες μπορούν να αντικαταστήσουν τους μαθηματικούς υπολογιστές τσέπης αλλά και να συνδεθούν σχετικά εύκολα με άλλες επιστημονικές συσκευές για ανταλλαγή και επεξεργασία δεδομένων (Soloway et al., 1999, Δημητρακοπούλου, 2004).
- **Δραστηριότητες συνεργασίας και διαμοιρασμού δεδομένων**: με χρήση ασύρματης επικοινωνίας ο μαθητής μπορεί να επικοινωνήσει με άλλους συμμαθητές, να αλληλεπιδράσει με αυτούς, να ανταλλάξει δεδομένα και κυρίως να εργαστεί συλλογικά σε κείμενα, εικόνες, κ.λπ. (Roschelle & Pea, 2002).
- **Δραστηριότητες αναζήτησης πληροφοριών και επικοινωνίας μέσω Διαδικτύου**: ο υπολογιστής - ταμπλέτα μπορεί να συνδεθεί στο Διαδίκτυο και να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο πρόσβασης στις υπηρεσίες του.
- **Δραστηριότητες παραγωγής λόγου**: ο υπολογιστής - ταμπλέτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συγγραφή κειμένων, για καταχώρηση προσωπικών στοιχείων, κ.λπ., παίζοντας ρόλο προσωπικού βοηθού και οργανωτή.

Ο παραπάνω κατάλογος είναι ενδεικτικός - ωστόσο αυτό που έχει σημασία κάθε φορά είναι με ποια διδακτική ιδεολογία ενεργοποιείται η εκάστοτε τεχνική δυνατότητα μιας συσκευής

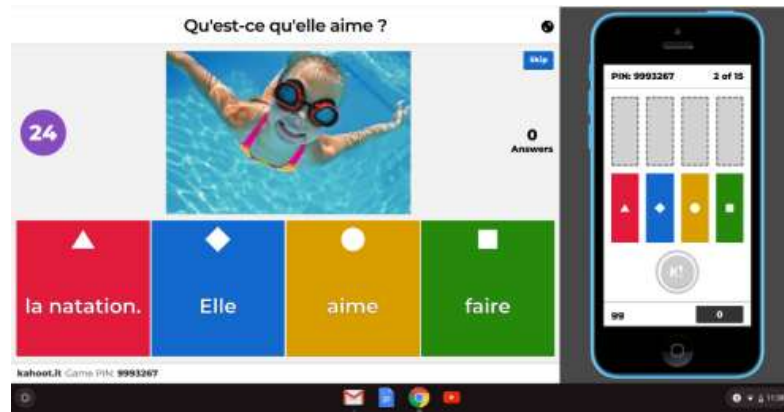
«φορητής μάθησης»: ο ρόλος του μαθητή διαφέρει σημαντικά σε μια δραστηριότητα κατά την οποία χρησιμοποιεί κινητή συσκευή για να παίξει ένα παιχνίδι κουίζ που δημιούργησε κάποιος εκπαιδευτικός (π.χ. με χρήση λογισμικού kahoot), και σε μια δραστηριότητα κατά την οποία χρησιμοποιεί κινητή συσκευή για να αποτυπώσει (λήψη φωτογραφιών /βίντεο κ.λπ.) τον σχολικό του χώρο στο πλαίσιο ενός πρότζεκτ για τη δημιουργία ιστοσελίδας για το σχολείο του.

3.2.2 Η ανάγκη έρευνας για την παιδαγωγική αξιοποίηση κινητών συσκευών

Στην περίπτωση των κινητών συσκευών, η ποικιλομορφία του υλικού (διαφορετικές πλατφόρμες, ποικίλες συσκευές, πολλαπλά πρωτόκολλα επικοινωνίας) και του λογισμικού (διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές), οι μη παγιωμένες και διαρκώς εξελισσόμενες χρήσεις και κοινωνικές πρακτικές και τα περιορισμένα ερευνητικά ευρήματα από τις εκπαιδευτικές εφαρμογές επιβάλλουν σχεδίαση και υλοποίηση νέων ερευνητικών προγραμμάτων τόσο στο επίπεδο της τεχνολογίας όσο και στο επίπεδο της εκπαίδευσης. Οι σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο και ο ιδιαίτερος ρόλος που αναλαμβάνει η εκπαίδευση στο πλαίσιο αυτό, καθιστά αδήριτη, σήμερα, την αναγκαιότητα και τη σημασία τέτοιων μελετών.

Πρέπει να τονισθεί ότι η εκπαιδευτική έρευνα στην αντίστοιχη περιοχή δεν έχει προχωρήσει πάρα πολύ (μια καταγραφή των ερευνητικών προγραμμάτων ανέδειξε αξιόλογες προσπάθειες κυρίως στη Βόρειο Αμερική, στην Αγγλία και στις Σκανδιναβικές χώρες), γεγονός που στοιχειοθετεί προσδιορισμό μιας συνεκτικής ερευνητικής ατζέντας καθώς και πολύπλευρες και διεπιστημονικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Στο πλαίσιο αυτό είναι απαραίτητη η συστηματική μελέτη των δυνατοτήτων καθώς και των περιορισμών των κινητών υπολογιστικών συσκευών στην εκπαιδευτική διαδικασία σε αντιδιαστολή με τις συνήθεις πρακτικές (που μπορεί να υποστηρίζονται και από συμβατικές υπολογιστικές τεχνολογίες).

Σήμερα, η σχεδίαση των κινητών υπολογιστικών συσκευών και των βασικών εφαρμογών τους καθορίζεται από τις απαιτήσεις ενήλικων χρηστών για ατομικές χρήσεις στο πλαίσιο επαγγελματικών δραστηριοτήτων. Η έρευνα όμως έχει δείξει ότι οι σύγχρονες παιδαγωγικές αντιλήψεις και οι ανάγκες της εκπαιδευτικής δραστηριότητας απαιτούν νέες προδιαγραφές σχεδίασης των κινητών συσκευών και εφαρμογών με δυνατότητες που να υπηρετούν τη διδασκαλία και τη μάθηση. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητες οι μελέτες πεδίου που να προσδιορίζουν τις εν λόγω ανάγκες και να οδηγούν σε προδιαγραφές σχεδίασης συσκευών, εφαρμογών και δραστηριοτήτων. Στο πλαίσιο αυτό είναι γνωστή η ανεπάρκεια κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού, η έλλειψη κατάλληλων παιδαγωγικών δραστηριοτήτων και η αναγκαιότητα ανάπτυξης προδιαγραφών σχεδίασης που καθοδηγείται από τις απαιτήσεις των μαθητών – χρηστών και των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

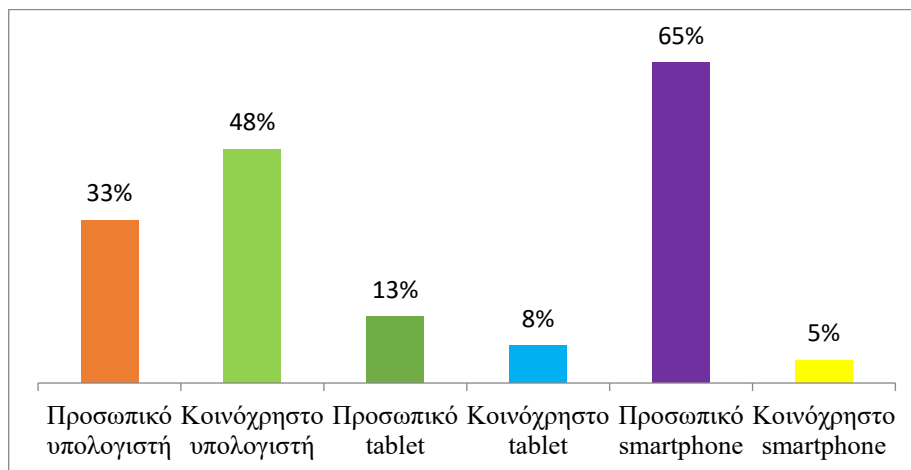


Εικόνα 21. Χρήση κινητού τηλεφώνου από μαθητές στο πλαίσιο επανάληψης στο μάθημα των Γαλλικών. Χρήση του λογισμικού ασκήσεων και εξάσκησης Kahoot.

Οι κινητές συσκευές κατά την περίοδο της πανδημίας στο ελληνικό σχολείο

Ο επιστημονικός προβληματισμός για τις κινητές συσκευές, όπως άλλωστε και για κάθε ψηφιακή συσκευή ή περιβάλλον ως τώρα, εστιάζει στις δυνατότητες της τεχνολογίας και στις ενδεχόμενες αδυναμίες. Όμως αυτές οι συσκευές, όπως κάθε ψηφιακό περιβάλλον, ενσωματώνονται σε μια υπάρχουσα εκπαιδευτική πραγματικότητα η οποία είναι ιδιαίτερα σύνθετη. Ένας από τους βασικούς στόχους της παρούσας επιμόρφωσης είναι να αναδεικνύεται η συνθετότητα αυτή σε κάθε ευκαιρία. Προκειμένου να αναδειχθούν όψεις αυτή της πολυπλοκότητας παραθέτουμε στη συνέχεια στοιχεία από πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα κατά την περίοδο της πανδημίας από το Κέντρο Ελληνικής Γλώσσας.

Σε ερωτηματολόγιο που δόθηκε σε παιδιά και εφήβους, ρωτήθηκε ποιο μέσο χρησιμοποίησαν για να πάρουν μέρος στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η πλειοψηφία (65%) ανέφερε πως αξιοποίησαν το προσωπικό του smartphone, είτε για να παρακολουθήσουν τα σύγχρονα μαθήματα είτε για πρόσβαση σε ασύγχρονες πλατφόρμες τηλεκπαίδευσης. Μάλιστα, από την έρευνα φαίνεται πως το smartphone ήταν η επικρατέστερη λογική στις μεγαλύτερες ηλικίες (Γυμνάσιο και Λύκειο), κάτι που συνδέεται και με την κατοχή της συγκεκριμένης συσκευής. Η προτίμηση αυτή δεν φαίνεται τόσο να συνδέεται με την ύπαρξη ή όχι άλλης συσκευής (π.χ. προσωπικός ή κοινόχρηστος υπολογιστής, καθώς οι μαθητές επέλεξαν το προσωπικό τους smartphone ακόμα κι αν υπήρχε υπολογιστής στο σπίτι.



Εικόνα 22. Αποτελέσματα έρευνας

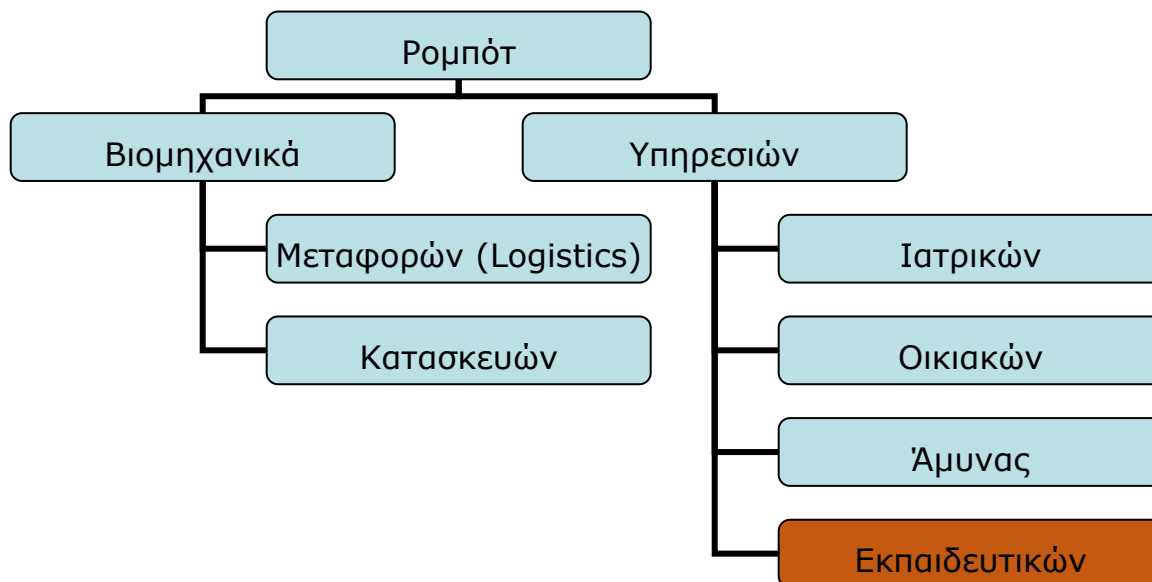
4. Εκπαιδευτική Ρομποτική

4.1 Ρομποτική και ρομπότ

Η **Ρομποτική** (Robotics) είναι το επιστημονικό πεδίο που συγκεντρώνει όλες τις μεθόδους και τις τεχνικές, οι οποίες αφορούν το σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτόματων μηχανών που αποκαλούνται **ρομπότ** (robot). Οι μηχανές αυτές μπορούν να αντικαταστήσουν τους ανθρώπους στην εκτέλεση εργασιών, οι οποίες απαιτούν φυσική δραστηριότητα και διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Στοχεύουν, συνεπώς, στην αυτοματοποίηση διεργασιών, οι οποίες μπορεί να είναι επαναληπτικές, επικίνδυνες ή χρονοβόρες, και προϋποθέτουν έλεγχο, αλληλεπίδραση και επεξεργασία της πληροφορίας που προέρχεται από το περιβάλλον. Από τεχνική άποψη, η Ρομποτική κάνει ευρέως χρήση αρχών της Μηχανικής, της Τεχνικής Νοημοσύνης, των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Ηλεκτρονικής. Η **Ρομποτική**, ως επιστημονικός και τεχνολογικός κλάδος, αφορά τη μελέτη των ρομπότ, δηλαδή τη μελέτη της αυτόνομης και στοχευμένης αντίληψης και δράσης τους στο φυσικό κόσμο.

Τα ρομπότ έχουν πολλά πεδία εφαρμογής και πλέον η εκπαίδευση είναι ένα από αυτά (Ben-Ari & Mondada, 2018) (Σχήμα 1). Η **Εκπαιδευτική Ρομποτική** (Educational Robotics) είναι η περιοχή των Επιστημών της Εκπαίδευσης που ασχολείται με τη χρήση της Ρομποτικής και των ρομπότ στη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία. Είναι επίσης το πεδίο της Πληροφορικής και της Μηχανικής που σχεδιάζει και κατασκευάζει εκπαιδευτικά ρομπότ.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές της Ρομποτικής καθώς και ο προγραμματισμός αυτομάτων και υπολογιστών αποτελούν στις μέρες μας ένα σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο μέσα στο οποίο είναι δυνατόν να αναπτυχθούν υψηλού επιπέδου ικανότητες (αυτές που ονομάζουμε και ικανότητες του 21ου αιώνα), όπως η επίλυση προβλήματος, η κριτική σκέψη, η μοντελοποίηση, η λήψη απόφασης, η αλγοριθμική προσέγγιση, η υπολογιστική σκέψη κ.α. Η παιδαγωγική προσέγγιση που ακολουθείται στην περίπτωση της Ρομποτικής στηρίζεται στην ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων που βασίζονται σε στοιχειώδεις γλώσσες εντολών, οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση απλών (π.χ. χειριστήρια) ή και πιο σύνθετων (π.χ. προγραμματιζόμενα ρομπότ) συσκευών.



Σχήμα 1: Κατηγοριοποίηση ρομπότ ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής τους (Ben-Ari & Mondada, 2018)

Η χρήση της ρομποτικής ως εργαλείο μάθησης ξεκινάει ήδη από το 1969 και τη Logo (Papert, 1980), με την οποία οι μαθητές μπορούσαν να προγραμματίσουν μια ρομποτική χελώνα η οποία ζωγράφιζε στο δάπεδο.



Εικόνα 23. Η ρομποτική χελών του Papert

Η θεωρία του Papert για την ένταξη τόσο των υπολογιστών όσο και των ρομπότ στην εκπαίδευση βασίστηκε στον εποικοδομισμό (constructivism) του Piaget και ονομάστηκε κατασκευαστικός εποικοδομισμός (constructionism) (Ackermann, 2001). Σύμφωνα με τον κατασκευαστικό εποικοδομισμό η κατασκευή της γνώσης γίνεται με ιδιαίτερη επιτυχία όταν ο μαθητής εμπλέκεται ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που θα κοινοποιήσει σε άλλους.

Σήμερα παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον τόσο για τη διδασκαλία του προγραμματισμού όσο και για τη διδασκαλία της ρομποτικής. Η ρομποτική μπορεί να καλύψει την ανάγκη της διδασκαλίας STE(A)M, κατά την οποία όπως είδαμε (επιμορφωτικό υλικό 4ης συνεδρίας) επιστημονικά πεδία που αλληλεπιδρούν όταν οι μαθητές επιλύουν πραγματικά προβλήματα. Επίσης, η ρομποτική είναι ένας τρόπος να αναπτυχθεί η υπολογιστική σκέψη (Wing, 2006).

Με την εξέλιξη της κατασκευής των ηλεκτρονικών, έγιναν φτηνότερα και προσιτά στις σχολικές μονάδες και αναπτύχθηκαν πολλά ρομποτικά πακέτα για την εκπαίδευση. Τα ρομποτικά πακέτα δεν αφορούν τηλεκατευθυνόμενες συσκευές οι οποίες δεν καλλιεργούν δεξιότητες υψηλού επιπέδου αλλά προγραμματιζόμενες συσκευές. Οι προτάσεις για την αξιοποίηση των ρομποτικών συσκευών στην εκπαίδευση μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Προκατασκευασμένα ρομπότ δαπέδου
- Κατασκευαστική ρομποτική
- Ανθρωποειδή ρομπότ
- Κιτ με μικροεπεξεργαστές και υπολογιστές – πλακέτες

Αναλυτικές πληροφορίες για τις παραπάνω κατηγορίες βλ. στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.

5. Τεχνητή νοημοσύνη

Ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναφέρεται σε ένα σύνολο τεχνολογιών που συνδέονται με ποικίλα επιστημονικά πεδία. Κύριο χαρακτηριστικό αποτελεί η δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων που εμφανίζουν χαρακτηριστικά ανθρώπινης νοημοσύνης, ευφυούς συμπεριφοράς. Πρόκειται για ένα ταχύτατα αναπτυσσόμενο πεδίο που συγκαταλέγεται στις τεχνολογίες μετάβασης από την τρίτη στην τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Πληροφορίες για την εξέλιξη της TN —από το τεστ του Turing το 1950 μέχρι τους ευφυείς ψηφιακούς βοηθούς, chatbot και λογισμικά επιτραπέζιων παιχνιδιών των τελευταίων ετών— περιλαμβάνονται στο μαθησιακό αντικείμενο του Φωτόδεντρου <http://photodentro.edu.gr/lor/handle/8521/10694>.

Το πιο γνωστό στο ευρύ κοινό χαρακτηριστικά της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι

(α) η σχεδόν ανθρώπινη ικανότητα των συστημάτων TN να συνομιλούν με ανθρώπους και να παράγουν κείμενα, εικόνες κ.λπ. και

(β) η εκρηκτική ανάπτυξή της, που συνοδεύεται από μια ασύλληπτη ταχύτητα διείσδυσης σε όλους πρακτικά τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η λεγόμενη Παραγωγική TN (Generative AI) αναπτύσσεται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς. Ωστόσο πρέπει να επισημανθεί ότι αντίθετα με κάποιες άλλες ψηφιακές τεχνολογίες, η TN βρίσκεται εξ ολοκλήρου στα χέρια επιχειρηματικών κολοσσών και επομένως ακολουθεί τους νόμους και την πορεία όλων των άλλων επιχειρήσεων. Για παράδειγμα η Microsoft γνώρισε φέτος (2025-2026) μια πτώση στις μετοχές της, γιατί οι μεγάλες επενδύσεις της στην TN δεν απέφεραν τα αναμενόμενα κέρδη. Υπάρχει λοιπόν το ενδεχόμενο η ανάπτυξη της TN να επιβραδυνθεί σημαντικά, να γίνει ένα είδος «φούσκας» και να περιπέσει στην κατηγορία των «κανονικών» τεχνολογιών – όχι όμως για λόγους τεχνικούς, αλλά για λόγους οικονομικούς.

Στο σημείο αυτό είναι ίσως χρήσιμο να διευκρινίσουμε την ακριβή έννοια της «φούσκας». Η TN εκτός από τις προσδοκίες για γρήγορα υπερκέρδη, συνοδεύεται από ένα αφήγημα, άλλοτε ρητά εκφρασμένο και άλλοτε υπόρρητο, ότι είναι κάποιο είδος «πραγματικής νοημοσύνης», ότι θα λύσει περίπου όλα τα προβλήματα της ανθρωπότητας και θα παίρνουμε απαντήσεις σε κάθε ερώτημα απλώς ρωτώντας κάποιο bot. Αυτού του είδους το αφήγημα πιθανότατα θα αποδειχθεί μια φούσκα. Ωστόσο τεχνολογικά επιτεύγματα όπως η στατιστική μάθηση σε μεγάλη κλίμακα, η αυτοματοποίηση γνωστικών διεργασιών, η ανάπτυξη νέων μεθόδων επίλυσης προβλημάτων δεν θα εξαφανιστούν. Είναι επίσης πολύ πιθανό να μειωθούν σημαντικά οι επενδύσεις, ή κάποιες επενδύσεις, που είναι προσανατολισμένες σε μια συχνή δημιουργία και αναβάθμιση συστημάτων TN, για λόγους marketing μάλλον, να γίνουν συγχωνεύσεις εταιρειών, να αναπτυχθούν γενικά πιο βιώσιμα μοντέλα. Ταυτόχρονα όμως θα αναπτυχθούν πιο πολύ άλλα μοντέλα TN, για παράδειγμα συστήματα εξειδικευμένα σε ένα τομέα ή αναπτυσσόμενα σε μια περιοχή. Το γεγονός αυτό, δηλαδή η μετάβαση από μια φρενήρη κούρσα δημιουργίας νέων συστημάτων σε μια ώριμη, οικολογικά και κοινωνικά αποδεκτή ανάπτυξη της TN, μπορεί τελικά να επιδράσει θετικά σε μια πιο ενδεδειγμένη μελέτη, σε έναν πιο αποστασιοποιημένο και κριτικό αναστοχασμό για τη θέση της TN στην κοινωνία, αλλά και ειδικότερα στην εκπαίδευση.

5.1 Έννοια και κατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης

Έχουν διατυπωθεί πολλοί ορισμοί για την ΤΝ. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (COM, 2018), «Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε συστήματα που χαρακτηρίζονται από ευφυή συμπεριφορά, αναλύοντας το περιβάλλον τους και ενεργώντας –με κάποιο βαθμό αυτονομίας– για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Τα συστήματα που λειτουργούν βάσει τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να βασίζονται αποκλειστικά σε λογισμικό, ενεργώντας στον εικονικό κόσμο (π.χ. λογισμικό ανάλυσης εικόνας, μηχανές αναζήτησης) ή η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί σε συσκευές υλικού (π.χ. προηγμένα ρομπότ, αυτόνομα αυτοκίνητα, δρόνοι [drones] ή εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων)».

Σημαντικό μέρος των εφαρμογών (π.χ. βοηθοί φωνής, μηχανές αναζήτησης, συστήματα αναγνώρισης ομιλίας και προσώπου) βασίζονται σε τεχνικές **επεξεργασίας φυσικής γλώσσας** και η συνεργασία με εξειδικευμένους γλωσσολόγους είναι απαραίτητη.

Τα συστήματα ΤΝ λαμβάνουν δεδομένα μέσω αισθητήρων, βάσεων δεδομένων (μεταξύ άλλων, και γλωσσικών δεδομένων όπως βάσεις προφορικού λόγου ή λεξικογραφικές) κ.λπ., μοντελοποιούν, αναλύουν, επεξεργάζονται τα δεδομένα, έτσι ώστε να επιλύσουν ένα πρόβλημα, να επιτύχουν έναν σύνθετο στόχο. Πολλά συστήματα ΤΝ έχουν ικανότητα μάθησης και προσαρμοστικότητα: μετά από τη λήψη απόφασης και πραγματοποίηση ενέργειας, αναλύουν το περιβάλλον τους λαμβάνοντας νέα δεδομένα και αποφασίζουν πόσο επιτυχημένη ήταν η απόφαση/ενέργειά τους με σκοπό τη μάθησή τους, να προσαρμόσουν δηλαδή και να βελτιώσουν τις μεθόδους λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιούν (HLEG AI, 2019a).



Εικόνα 24. Τεχνητή νοημοσύνη: καθημερινή και δυνητική χρήση²⁹

²⁹ Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2021β). Τι είναι η τεχνητή νοημοσύνη και πώς χρησιμοποιείται. Ανακτήθηκε στις 25-2-2022 από <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20200827STO85804/ti-einai-i-techniti-noimosuni-kai-pos-chrisimopoietai>

Η ΤΝ έχει εφαρμογές σε πολλούς «χώρους» ανθρώπινων δραστηριοτήτων: στα έμπειρα συστήματα (expert systems), στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας, στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, στην αναγνώριση εικόνας, στη μηχανική μάθηση, στα νευρωνικά δίκτυα και στη ρομποτική (Κόμης, 2019).

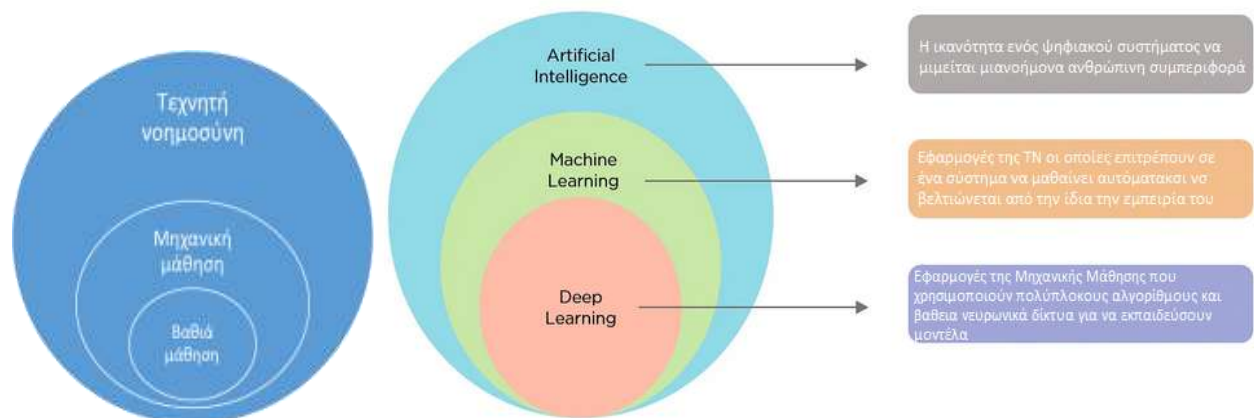
Στο πρώτο κύμα ανάπτυξης εφαρμογών ΤΝ κυριάρχησαν μεταξύ άλλων τα έμπειρα συστήματα, ενώ στο δεύτερο η μηχανική μάθηση (Boucher, 2020).

Τα **συστήματα μηχανικής μάθησης (machine learning)** αποτελούν την υποκατηγορία της ΤΝ που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σήμερα. Πρόκειται για εφαρμογές λογισμικού που ενσωματώνουν αλγόριθμους μάθησης. Δηλαδή έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν αυτόματα, να αποφασίζουν, να προβλέπουν, να προσαρμόζονται, να αντιδρούν στις αλλαγές, να βελτιώνονται από την εμπειρία χωρίς να έχουν προγραμματιστεί ρητά (Samoili et al., 2020). Ουσιαστικά επεξεργάζονται μεγάλο πλήθος δεδομένων και αναζητούν σε αυτά επαναλαμβανόμενα πρότυπα/μοτίβα (patterns). Όσο περισσότερα είναι τα δεδομένα, τόσο πιο ακριβείς οι προβλέψεις και η μάθηση επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της δοκιμής και λάθους (trial and error). Συνοπτικές πληροφορίες για τη μηχανική μάθηση δίνονται στο βίντεο του Code.org στον σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=OeU5m6vRyCk>

Υποκατηγορία της μηχανικής μάθησης αποτελεί η **βαθιά μάθηση (deep learning)**. Η βαθιά μάθηση μιμείται τον τρόπο που ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται και συνδέει πληροφορίες για την αναζήτηση σύνθετων προτύπων. **Χρησιμοποιεί τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (neural networks)**, απαιτεί τεράστιο όγκο δεδομένων και υψηλή υπολογιστική ισχύ για την επεξεργασία τους. Τέλος, στη ρομποτική συναντάμε ρομποτικές (μηχανικές) προγραμματιζόμενες διατάξεις που χρησιμοποιούν αισθητήρες αλλά και ρομποτικά συστήματα που ενσωματώνουν χαρακτηριστικά της ΤΝ.

Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning

Μια σχηματική αναπαράσταση της διασύνδεσης μεταξύ τεχνητής νοημοσύνης, μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης είναι η εξής:



Εικόνα 25. Επιμέρους κατηγορίες τεχνητής νοημοσύνης

5.2 Νευρωνικά δίκτυα και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Νευρωνικό δίκτυο ονομάζεται ένα κύκλωμα διασυνδεδεμένων νευρώνων, δηλαδή εκείνων των κυτάρων που αποτελούν το δομικό μέρος και λειτουργική μονάδα του νευρικού συστήματος ενός οργανισμού. Κάθε νευρώνας αποτελείται από ένα κυτταρικό σώμα που περιλαμβάνει τον πυρήνα και μεγάλο αριθμό οργανιδίων, και από μία ή περισσότερες αποφυάδες. Αυτές ονομάζονται δενδρίτες όταν συλλέγουν τα σήματα (νευρικές ώσεις) που στέλνονται στο κύτταρο, και οι νευράξονες μεταδίδουν ώσεις από το κυτταρικό σώμα. Στην περίπτωση βιολογικών νευρώνων λοιπόν, πρόκειται για ένα τμήμα νευρικού ιστού. Στην περίπτωση όμως τεχνητών νευρώνων, πρόκειται για ένα αφηρημένο αλγοριθμικό κατασκεύασμα το οποίο εμπίπτει στον τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης. Στόχος του νευρωνικού δικτύου, το οποίο κατά κάποιο τρόπο «μιμείται» ένα βιολογικό σύστημα, είναι η επίλυση κάποιου υπολογιστικού προβλήματος μέσω της υπολογιστικής προσομοίωσης της λειτουργίας των βιολογικών νευρωνικών δικτύων με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο τους (από τη Wikipedia).

Το βασικό χαρακτηριστικό των νευρωνικών δικτύων είναι η εγγενής ικανότητα τους **μάθησης**. Ως μάθηση στην προκειμένη περίπτωση μπορεί να οριστεί η σταδιακή βελτίωση της ικανότητας του δικτύου να επιλύει κάποιο πρόβλημα (π.χ. η σταδιακή προσέγγιση μίας συνάρτησης). Η μάθηση επιτυγχάνεται μέσω της **εκπαίδευσης**, η οποία στην προκειμένη περίπτωση είναι μια επαναληπτική διαδικασία σταδιακής προσαρμογής των παραμέτρων του δικτύου σε τιμές κατάλληλες, ώστε να επιλύεται με επαρκή επιτυχία το προς εξέταση πρόβλημα. Αφού ένα δίκτυο εκπαιδευτεί, οι παράμετροί του συνήθως «παγώνουν» στις κατάλληλες τιμές και από εκεί κι έπειτα είναι σε λειτουργική κατάσταση. Το ζητούμενο είναι το λειτουργικό δίκτυο να χαρακτηρίζεται από μία ικανότητα **γενίκευσης**: αυτό σημαίνει πως δίνει ορθές εξόδους για εισόδους καινοφανείς και διαφορετικές από αυτές με τις οποίες εκπαιδεύτηκε.

5.3 ChatGPT, Gemini και άλλα συστήματα παραγωγικής ΤΝ

Τι είναι τα chatbots

Ο όρος «bot» γενικά σημαίνει ένα «διαδικτυακό ρομπότ» (καμιά φορά το συναντούμε και ως «πράκτορα» - agent) ένα λογισμικό δηλαδή, που εκτελεί αυτοματοποιημένες εργασίες μέσω του διαδικτύου. Ονομάζεται επίσης και web bot, web robot, WWW robot. Είναι με άλλα λόγια ένας αυτοματοποιημένος μηχανισμός, προγραμματισμένος να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες και παρόλο που έχουμε μια άλλη νοερή εικόνα για τα ρομπότ, δεν έχει «υλική υπόσταση» (αφού είναι ένα άυλο πρόγραμμα).

Υπάρχουν πολλοί τύποι bots, όλα με μοναδικούς στόχους και καθήκοντα.

Chatbots. Αυτά τα προγράμματα μπορούν να προσομοιώσουν συνομιλίες με έναν άνθρωπο. Ένα από τα πρώτα και πιο διάσημα chatbot, πριν ακόμη από το διαδίκτυο, ήταν το Eliza, ένα πρόγραμμα NLP³⁰ που αναπτύχθηκε το 1966 ως ερευνητικό πρόγραμμα του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης. Αυτό το chatbot προσποιήθηκε ότι ήταν ψυχοθεραπευτής και απαντούσε σε ερωτήσεις με άλλες ερωτήσεις.³¹ Πιο πρόσφατα παραδείγματα chatbots

³⁰ NLP= Natural Language Processing (Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας).

³¹ Το πείραμα με την Eliza ήταν πολύ ενδιαφέρον. Η βασική του προσέγγιση ήταν απλή – απλοϊκή ίσως. Η Eliza προκαλούσε το συνομιλητή της (άνθρωπο, χρήστη του συστήματος) να «μιλήσει» (με γραπτό κείμενο που πληκτρολογούσε ο χρήστης σε πραγματικό χρόνο) για τον εαυτό του (ή τον εαυτό της αν ο χρήστης ήταν γυναίκα). Η

περιλαμβάνουν εικονικούς βοηθούς, όπως το Alexa της Amazon, το Siri της Apple και το Google Assistant.

Άλλα bots είναι, για παράδειγμα τα κοινωνικά bots που συχνά θεωρούνται bots γνώμης, καθώς επηρεάζουν τις συζητήσεις με τους χρήστες στις πλατφόρμες κοινωνικών μέσων και τα shorbots, προγράμματα που πραγματοποιούν αγορές στον ιστό και εντοπίζουν την καλύτερη τιμή για ένα προϊόν που ενδιαφέρεται να αγοράσει ένας χρήστης.³²

- Κανονικά, τα bots λειτουργούν μέσω δικτύου. Επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας υπηρεσίες που βασίζονται στο Διαδίκτυο, όπως η ανταλλαγή άμεσων μηνυμάτων (IM). διεπαφές όπως το Twitterbots. ή Internet Relay Chat. Σύμφωνα με την ερευνητική έκθεση του 2021 με τίτλο "Επιθέσεις Bot: Κορυφαίες απειλές και τάσεις" από την εταιρεία ασφαλείας Barracuda, περισσότερα από τα δύο τρίτα της κίνησης στο Διαδίκτυο είναι bots. Επιπλέον, το 67% της κακόβουλης επισκεψιμότητας bot προέρχεται από δημόσια κέντρα δεδομένων στη Βόρεια Αμερική.
- Τα bots κατασκευάζονται από σύνολα αλγορίθμων που τα βοηθούν στις καθορισμένες εργασίες τους. Αυτές οι εργασίες περιλαμβάνουν τη συνομιλία με έναν άνθρωπο —το σύστημα προσπαθεί να μιμηθεί ανθρώπινες συμπεριφορές — ή τη συλλογή περιεχομένου από άλλους ιστότοπους. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι bots που έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν μια μεγάλη ποικιλία εργασιών. Για παράδειγμα, ένα είδος chatbot χρησιμοποιεί μία από τις πολλές μεθόδους που ήδη «γνωρίζει» για να λειτουργήσει, ενώ κάποιο άλλο είδος που βασίζεται σε κανόνες αλληλεπίδρα με ένα άτομο προτείνοντας προκαθορισμένες επιλογές για να επιλέξει αυτό το άτομο. Ένα «πνευματικά ανεξάρτητο» chatbot χρησιμοποιεί μηχανική μάθηση για να μάθει από ανθρώπινες εισροές και να εντοπίσει (σαρώνοντας κείμενα, συνομιλίες κ.λπ.) πολύτιμες λέξεις-κλειδιά που μπορούν να ενεργοποιήσουν μια αλληλεπίδραση.
- Τα chatbot τεχνητής νοημοσύνης είναι ένας συνδυασμός βασισμένων σε κανόνες και άλλων, ανεξάρτητων chatbot.
- Τα chatbots μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν εργαλεία αντιστοίχισης προτύπων, επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) και δημιουργίας φυσικής γλώσσας.
- Οργανισμοί ή άτομα που χρησιμοποιούν bots μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν λογισμικό διαχείρισης bots, το οποίο βοηθά στη διαχείριση και στην προστασία από άλλα, κακόβουλα bots (ό,τι κι αν σημαίνει αυτό). Ένας διαχειριστής bots μπορεί για παράδειγμα, να επιτρέψει τη χρήση ορισμένων ρομπότ και να αποκλείσει τη χρήση άλλων που μπορεί να προκαλέσουν βλάβη σε ένα σύστημα. Τυπικές περιπτώσεις αποτελούν ορισμένα βασικά σύνολα λειτουργιών διαχείρισης που περιλαμβάνουν περιορισμό ρυθμού IP και CAPTCHA. Με άλλα λόγια τα bots αυτά ελέγχουν την πρόσβαση στις προσφερόμενες υπηρεσίες περιορίζοντας το συνολικό αριθμό ταυτόχρονων προσβάσεων από την ίδια ηλεκτρονική διεύθυνση IP, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει κατάρρευση του συστήματος (περίπου όπως οι servers του Υπουργείου Παιδείας λειτουργούν με προβλήματα όταν βγαίνουν τα αποτελέσματα των Πανελλαδικών εξετάσεων. Επίσης ελέγχουν, με το σύστημα CAPTCHA, αν ο χρήστης είναι άνθρωπος ή κάποιο άλλο bot.

Η χρήση δεδομένων που υπάρχουν στο Διαδίκτυο από τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να έχει βέβαια και νομικές και οικονομικές επιπτώσεις. Στο τέλος Δεκεμβρίου 2023, οι New York Times, κατέθεσαν μια ομοσπονδιακή αγωγή εναντίον της Microsoft και της εταιρείας OpenAI, *επιδιώκοντας να τερματίσουν την πρακτική της χρήσης των ιστοριών τους για την εκπαίδευση chatbot, λέγοντας ότι οι παραβιάσεις πνευματικών δικαιωμάτων μόνο στην*

Eliza είχε αποθηκευμένες εκατοντάδες(;) λέξεις κλειδιά όπως «πατέρας». «μητέρα», «αγωνία» κ.λπ. και μερικές φράσεις συνδεδεμένες με αυτές. Αν ο χρήστης ανέφερε μια από αυτές στο κείμενό του (π.χ. «χθες βράδυ είδα στο όνειρό μου τον πατέρα μου») η Eliza τον προκαλούσε να συνεχίσει (π.χ. «μίλησε μου για τον πατέρα σου... πώς τον θυμάσαι;)

³² <https://www.techtarget.com/whatis/definition/bot-robot>

εφημερίδα μπορεί να αξίζουν δισεκατομμύρια. Μάλιστα, όπως αναφέρουν οι NYT, η Microsoft και η OpenAI «έδωσαν στα περιεχόμενα της 'Times' μια ιδιαίτερη σημασία στην κατασκευή του μοντέλου τους εκμάθησης, υπογραμμίζοντας μια προτίμηση που αναγνωρίζει την αξία αυτής της εργασίας».³³

5.3.1 ChatGPT

Ο όρος ChatGPT προέρχεται από τις λέξεις *Chat Generative Pre-Trained Transformer* και αναπτύχθηκε από μια ερευνητική εταιρεία AI (τεχνητής νοημοσύνης), την OpenAI. Η εταιρεία ιδρύθηκε το 2015, από μια ομάδα επιχειρηματιών και επιστημόνων (μεταξύ των οποίων και ο Elon Musk, ο οποίος όμως αποχώρησε στο μεταξύ), με σκοπό «την προώθηση της τεχνητής νοημοσύνης για το καλό της Ανθρωπότητας».

Το ChatGPT είναι μια **τεχνολογία chatbot τεχνητής νοημοσύνης**, η οποία έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας της φυσικής ανθρώπινης γλώσσας και δημιουργίας απάντησης σε ερωτήσεις που τίθενται.

Η τρέχουσα γενιά chatbot τεχνητής νοημοσύνης, όπως το ChatGPT, το Gemini (πρώην Bard) και άλλα (βλ. παρακάτω), δεν λαμβάνουν πραγματικά έξυπνα τεκμηριωμένες αποφάσεις. Αντίθετα, είναι παπαγάλοι του Διαδικτύου, που επαναλαμβάνουν λέξεις οι οποίες είναι πιθανό να βρεθούν η μία δίπλα στην άλλη κατά τη διάρκεια της φυσικής ομιλίας.

Για παράδειγμα η φράση «*Σήμερα ο καιρός φαίνεται να είναι ...*».

Στατιστικά οι λέξεις *καλός, κακός, άσχημος, αίθριος* κ.τ.ό. είναι αρκετά πιθανόν να ακολουθούν. Ίσως πιο σπάνια να ακολουθούν λέξεις όπως *ανεξιχνίαστος* και είναι πολύ απίθανο η επόμενη λέξη να είναι *κιτρινωπός* ή η λέξη *δικαιοσύνη*.

Τα δεδομένα αυτά προκύπτουν από τη στατιστική επεξεργασία εκατομμυρίων σελίδων κειμένων, σε πάρα πολλές γλώσσες – και έτσι προκύπτει ο όρος Μεγάλο Γλωσσικό Μοντέλο. Βέβαια τα συστήματα που είναι προορισμένα για επικοινωνία με ανθρώπους έχουν και πρόσθετα στοιχεία, όπως πρόσθετους κανόνες, φίλτρα ασφαλείας³⁴ κ.λπ.

Όλα αυτά στηρίζονται σε Μαθηματικά και αφορούν πιθανότητες (από το Διαδίκτυο). Οι εταιρείες που τα κατασκευάζουν και τα χρησιμοποιούν τα παρουσιάζουν ως «τζίνι» παραγωγικότητας, αφού μπορούν να συνθέσουν μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα *κείμενο* για το οποίο θα χρειαζόταν ένας άνθρωπος ώρες ή μέρες για να παραχθεί (βλ. το σχετικό παράδειγμα στο τελευταίο υποκεφάλαιο του υλικού της 7ης συνεδρίας, για τη σύνθεση κειμένου τριών παραγράφων με θέμα τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας).

Ουσιαστικά το ChatGPT είναι ένα **μεγάλο μοντέλο γλώσσας (large language model / LLM)** που ελέγχει την πιθανότητα σχετικά με το ποιες λέξεις θα μπορούσαν να ακολουθήσουν στη σειρά. Ένα μεγάλο γλωσσικό μοντέλο είναι ένας αλγόριθμος βαθιάς εκμάθησης (Deep Learning) — ένας τύπος μοντέλου μετασχηματιστή στον οποίο ένα νευρωνικό δίκτυο μαθαίνει το πλαίσιο για οποιοδήποτε γλωσσικό μοτίβο. Αυτό μπορεί να είναι μια προφορική, ομιλούμενη γλώσσα ή μια γλώσσα προγραμματισμού υπολογιστή. Το μοντέλο δεν «ξέρει» τι λέει, δεν κατανοεί δηλαδή

³³ <https://www.ekirikas.com/i-nyt-minyei-ti-microsoft-kai-tin-openai-gia-paravi/>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2026

³⁴ Τα οποία φίλτρα ασφαλείας καμιά φορά παραβιάζονται, όπως, σχετικά πρόσφατα, ένα σύστημα TN έδινε απαντήσεις σε ερωτήματα του είδους «πώς να ξεγελάσω τους γονείς μου όταν..» πίνω, αλκοόλ ή παίρνω ναρκωτικά κ.λπ. Φυσικά μόλις έγινε αντιληπτό, η εταιρεία που κατείχε το σύστημα TN έλαβε μέτρα – αλλά ένα μέρος της ζημιάς είχε γίνει

το παραμικρό, αλλά ξέρει ποια σύμβολα (δηλαδή λέξεις στην περίπτωση της φυσικής γλώσσας) είναι πιθανό να ακολουθούν το ένα το άλλο με βάση το σύνολο δεδομένων στο οποίο «εκπαιδεύτηκε».³⁵



You

Θα ήθελα μερικά στοιχεία για τον Δωδεκάλογο του Γύφτου του Κωστή Παλαμά



ChatGPT

Λυπάμαι, αλλά φαίνεται ότι υπάρχει μια παρεξήγηση. Ο Κώστας Παλαμάς δεν έγραψε κάποιο έργο που να ονομάζεται "Δωδεκάλογος του Γύφτου." Μπορεί να υπάρχει κάποια σύγχυση ή παρανόηση.

Ο Κώστας Παλαμάς (1859-1943) ήταν Έλληνας ποιητής και μεταφραστής, θεωρούμενος ένας από τους σημαντικότερους εκπροσώπους του νεοελληνικού ρομαντισμού. Εάν έχετε άλλες ερωτήσεις σχετικά με τον Κώστα Παλαμά ή άλλα έργα του, παρακαλώ ενημερώστε με και θα προσπαθήσω να βοηθήσω.

Εικόνα 26α. Παράδειγμα λανθασμένης απάντησης



You

Κάνεις λάθος. Ο Δωδεκάλογος του Γύφτου είναι ποίημα του Παλαμά



ChatGPT

Συγγνώμη για την παρανόηση. Είχα λάβει εσφαλμένες πληροφορίες στην αρχική απάντησή μου. Ευχαριστώ για τη διόρθωση.

Ο "Δωδεκάλογος του Γύφτου" είναι ένα από τα ποιήματα του Κώστα Παλαμά. Δυστυχώς, δεν έχω συγκεκριμένες πληροφορίες για αυτό το ποίημα στη διαθέσιμη βάση δεδομένων μου. Εάν έχετε συγκεκριμένες ερωτήσεις σχετικά με το περιεχόμενο ή άλλες πληροφορίες σχετικά με τον "Δωδεκάλογο του Γύφτου," παρακαλώ κοινοποιήστε τις, και θα προσπαθήσω να βοηθήσω όσο καλύτερα μπορώ.

Εικόνα 26β. Συνέχεια της προηγούμενης συνομιλίας

Θα πρέπει λοιπόν να επισημανθεί πως προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης παράγουν κείμενο με προβλέψιμο τρόπο, ενώ δεν παρέχουν εχέγγυα ορθότητας των απαντήσεών τους (είναι μεν σωστά δομημένες σε φυσική γλώσσα, αλλά όχι απαραίτητα ορθές). Επιπλέον, προς το παρόν τα περισσότερα γλωσσικά μοντέλα δεν αναφέρουν τις πηγές τους ή τις αναφέρουν εσφαλμένα.

Ίσως ο πιο απλός τρόπος να πάρει κανείς μια ιδέα του ChatGPT είναι να το δοκιμάσει: να προτείνει στο λογισμικό την επεξεργασία ενός οιουδήποτε θέματος (και στα ελληνικά) και να εξετάσει τα αποτελέσματα του ChatGPT.

Το ChatGPT έχει ενσωματωμένους μηχανισμούς αυτοελέγχου για θέματα αμφιλεγόμενα ή ευαίσθητα. Για παράδειγμα, σε ερωτήματα του είδους «στη διένεξη μεταξύ του Χ και του Ψ κράτους, ποιος έχει δίκιο;» το ChatGPT αποφεύγει να δώσει απάντηση. Φυσικά οι μηχανισμοί αυτοί είναι προσαρμοσμένοι στις τοπικές συνθήκες, καθώς ο ορισμός των «αμφιλεγόμενων» ή «ευαίσθητων» θεμάτων μπορεί να ποικίλλει κατά περίπτωση. Το περιοδικό *MIT Technology*

³⁵ Προφανώς ο όρο «εκπαίδευση» χρησιμοποιείται εδώ καταχρηστικά.

Review (τεύχος 30 Αυγούστου 2023) αναφέρει ότι, για παράδειγμα, απαντήσεις για θέματα που αφορούν την Ταϊβάν ελέγχονται στα Chat bots της Baidu (γνωστή πολυεθνική εταιρεία κινεζικών συμφερόντων, που έχει δική της μηχανή αναζήτησης) και της εταιρείας ByteDance. Όπως γίνεται αντιληπτό, αυτοί οι μηχανισμοί ελέγχου σε όλα τα Chat Bots θέτουν ένα θέμα αξιοπιστίας των απαντήσεων που δίδονται σε ερωτήματα των χρηστών.

Το ChatGPT από εκδοχή σε εκδοχή παρουσιάζει τάση εκθετικής βελτίωσης. Το GPT-1, το μοντέλο που παρουσιάστηκε τον Ιούνιο του 2018, ήταν η πρώτη έκδοση της σειράς GPT (Γεννήτρια-Προεκπαιδευμένος Μετασχηματιστής). Το επόμενο μοντέλο, το GPT-2, το οποίο κυκλοφόρησε τον Φεβρουάριο του 2019, αντιπροσώπευε μια σημαντική αναβάθμιση με 1,5 δισεκατομμύρια παραμέτρους³⁶. Το GPT-3 ήταν ένα τεράστιο άλμα προς τα εμπρός τον Ιούνιο του 2020. Αυτό το μοντέλο εκπαιδεύτηκε σε 175 δισεκατομμύρια παραμέτρους. Οι προηγμένες δυνατότητές του για δημιουργία κειμένου οδήγησαν σε ευρεία χρήση σε διάφορες εφαρμογές, από τη σύνταξη email και τη σύνταξη άρθρων έως τη δημιουργία ποίησης και ακόμη και τη δημιουργία κώδικα προγραμματισμού. Επέδειξε επίσης την ικανότητα να απαντά σε πραγματικές ερωτήσεις και να μεταφράζει μεταξύ των γλωσσών.

Για την τελευταία έκδοση η εταιρεία δεν έχει δώσει επισήμως αριθμό παραμέτρων, αλλά υπολογίζονται σε 1,7-1,8 τρισεκατομμύρια (ενώ οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στην έκδοση 5.2 με συνδρομή, Ιανουάριος 2026 η οποία υπολογίζεται ότι χρησιμοποιεί 3-5 τρισεκατομμύρια παραμέτρους). Οι εκδόσεις αυτές συνεχίζουν την τάση εκθετικής βελτίωσης, με αλλαγές όπως:

- Βελτιωμένη ευθυγράμμιση μοντέλου — η δυνατότητα παρακολούθησης της πρόθεσης του χρήστη
- Μικρότερη πιθανότητα δημιουργίας επιθετικού ή επικίνδυνου αποτελέσματος
- Αυξημένη πραγματική ακρίβεια
- Καλύτερη ικανότητα διεύθυνσης — η δυνατότητα αλλαγής συμπεριφοράς σύμφωνα με τα αιτήματα των χρηστών
- Συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο – πλέον περιλαμβάνει τη δυνατότητα αναζήτησης στο Διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο.













³⁶ Οι παράμετροι αποτελούν αριθμητικά δεδομένα τα οποία προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο παράγεται μια απάντηση από ένα σύστημα ΤΝ. Δεν αποτελούν απαντήσεις, αλλά ρυθμίζουν τον τρόπο με τον οποίο παράγονται οι απαντήσεις.

Εικόνα 27. Μια προηγούμενη εκδοχή, το GPT-3 δεν είχε πρόσβαση στο διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο (ώστε να συνδεθεί με τον δικτυακό τόπο του Χρηστικού Λεξικού της Ακαδημίας Αθηνών). Επιπλέον, όπως προκύπτει από την απάντηση, δεν έχει εκπαιδευτεί στα γλωσσικά δεδομένα του συγκεκριμένου λεξικού.

5.3.2 Μερικά από τα πιο γνωστά διαλογικά εργαλεία ΤΝ που χρησιμοποιούνται ευρέως

Η ΤΝ αναπτύσσεται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς και οι ανακατατάξεις στα διάφορα διαλογικά εργαλεία ΤΝ που βασίζονται σε Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα είναι πάρα πολύ συχνές. Στον παρακάτω συνοπτικό πίνακα αποτυπώνονται στοιχεία από μερικά δημοφιλή διαλογικά εργαλεία ΤΝ – σημειώνοντας ωστόσο ότι ορισμένα δεδομένα του πίνακα θα έχουν μεταβληθεί ήδη από τον επόμενο μήνα.

Όνομασία	Ημερομηνία εμφάνισης	Παρατηρήσεις
 ChatGPT	Το Νοέμβριο του 2022 η έκδοση 3.5 διατίθεται δημόσια	Ανήκει στην OpenAI, εταιρεία μη-κερδοσκοπική, με ισχυρή συμμετοχή της Microsoft – αλλά υπό έρευνα αν παραμένει μη-κερδοσκοπική
 GEMINI 3.0 (Google)	Ανακοινώθηκε στο τέλος του 2023	Ανήκει στη Google
 GROK (xAI, Elon Musk)	Τέλη 2023 - 2024	Ιδιοκτησία του Elon Musk. Ακούγεται ότι το συμβουλευεται το ChatGPT. Προσφάτως είναι υπό διερεύνηση
 CLAUDE (Anthropic)	Κυκλοφόρησε το 2023	Η Anthropic PBC, είναι μια αμερικανική εταιρεία ΤΝ που ιδρύθηκε το 2021 από πρώην μέλη της OpenAI. Ισχυρή συμμετοχή Google, Amazon
 ERNIE (BAIDU)	Διαθέσιμο στην Κίνα το 2023	Της Κινεζικής Εταιρείας BAIDU (κάτι αντίστοιχο της Google)
 COPILOT	Κυκλοφόρησε το 2021	Ανήκει στην Microsoft
 KIMI	Οκτώβριο 2023	Ανήκει στην Κινεζική Moonshot AI, εταιρεία ΤΝ που ιδρύθηκε από στελέχη της Alibaba (η μεγαλύτερη εταιρεία online πωλήσεων)
 DeepSeek	Το μοντέλο R1 κυκλοφόρησε τον Ιανουάριο του 2025	Ανήκει στην Κινεζική Startup DeepSeek AI. Έκανε πολύ μεγάλη αίσθηση με την εμφάνισή της λόγω του πολύ μικρού κόστους δημιουργίας της
 LLAMA	Φεβρουάριος 2024	Ανήκει στη Meta Platforms (εταιρεία που κατέχει και το Facebook, Instagram κ.λπ.)
 Perplexity	Ιδρύθηκε το 2022	Ανήκει στους ιδρυτές ιδιώτες με ισχυρά κεφάλαια από Amazon και Nvidia

Google's Gemini

Ένας βασικός ανταγωνιστής του ChatGPT είναι το Gemini (πρώην Bard), το chatbot AI της Google. Παρουσίασε μεγάλη χρονική καθυστέρηση στη δημόσια εμφάνιση του σε σχέση με το

ChatGPT και στο ξεκίνημα του χαρακτηρίστηκε από μερικά σφάλματα. Σε σύγκριση με το ChatGPT, το Gemini εστιάζει περισσότερο στη δημιουργία ρέοντος λόγου που θυμίζει φυσική ομιλία και λιγότερο στο να μπορεί να απαντήσει σε οποιαδήποτε ερώτηση.

Στη συνέχεια παρατίθενται δύο χαρακτηριστικά στιγμιότυπα συνομιλίας από τη σκοπιά του χρήστη: πρόκειται για ενδεικτικές προτροπές (prompts) σύνθεσης κειμένου, τις οποίες προτείνει ως παραδείγματα καλής πρακτικής η ίδια η εφαρμογή

- Η πρώτη προτροπή αφορά την αναζήτηση πληροφορίας αλλά και, ταυτόχρονα, την παραγωγή κειμένου. Σε αντίθεση με μια μηχανή αναζήτησης, στην οποία θα πληκτρολογήσαμε «τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας» για να πάρουμε έναν κατάλογο σχετικών αποτελεσμάτων, στην εφαρμογή Gemini προτείνεται να ξεκινήσουμε μια συνομιλία, ζητώντας από το υποκείμενο γλωσσικό μοντέλο να «απαντήσει» για αυτό το ζήτημα οικειοποιούμενο το περιεχόμενο του λόγου αλλά και το ύφος ενός ειδικού στις τεχνολογικές καινοτομίες.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι στην προτεινόμενη αυτή παραδειγματική προτροπή, υιοθετείται το αρσενικό φύλο για «τον ειδικό στις τεχνολογικές καινοτομίες».



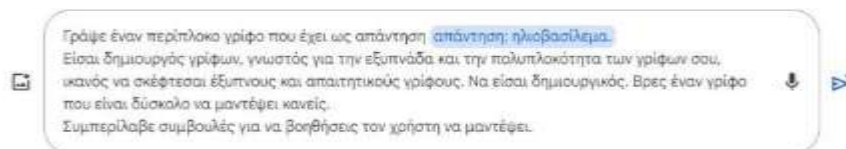
Εικόνα 28

Στη συνέχεια παρατίθενται το εναρκτήριο μέρος της απάντησης στη σχετική προτροπή (μία από τις τρεις πιθανές απαντήσεις που μας δίνει η εφαρμογή):

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι μια τεχνολογία που συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση γυαλιών ή άλλων συσκευών AR, οι οποίες προβάλλουν ψηφιακές πληροφορίες πάνω στον πραγματικό κόσμο.


Η τεχνολογία AR βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης, αλλά έχει ήδη αρχίσει να έχει σημαντικό αντίκτυπο σε διάφορους τομείς.

- Η δεύτερη προτροπή αφορά τη δημιουργική γραφή και συγκεκριμένα τη δημιουργία ενός αινίγματος.



Εικόνα 29

Ένα ενδεικτικό αποτέλεσμα που προέκυψε με βάση την παραπάνω προτροπή είναι το παρακάτω:

 **Γρίφος**

Είμαι ένα φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει κάθε μέρα, αλλά δεν εμφανίζεται ποτέ δύο φορές το ίδιο. Είμαι ένα σύμβολο ομορφιάς και ηρεμίας, αλλά μπορεί επίσης να είναι ένα σημάδι απώλειας και θλίψης. Ποιος είμαι;

Συμβουλές

- Σκεφτείτε τη θέση του ήλιου στον ουρανό κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Σκεφτείτε το χρώμα του ουρανού και των σύννεφων κατά τη διάρκεια του ηλιοβασιλέματος.
- Σκεφτείτε τις συναισθηματικές επιπτώσεις του ηλιοβασιλέματος.

Απάντηση

Ηλιοβασίλεμα

Ο ήλιος ανατέλλει κάθε μέρα σε διαφορετική θέση στον ουρανό, πράγμα που σημαίνει ότι το ηλιοβασίλεμα κάθε μέρα είναι μοναδικό. Τα χρώματα του ηλιοβασιλέματος μπορούν να ποικίλουν από κόκκινο και πορτοκαλί σε κίτρινο και ροζ, ανάλογα με τη θέση του ήλιου και τις συνθήκες της ατμόσφαιρας. Το ηλιοβασίλεμα μπορεί να είναι μια στιγμή ομορφιάς και ηρεμίας, αλλά μπορεί επίσης να είναι ένα σημάδι απώλειας και θλίψης, καθώς συμβολίζει το τέλος της ημέρας.

Εικόνα 30

Τι μπορούμε να συμπεράνουμε για τα γλωσσικά δεδομένα στα οποία εκπαιδεύτηκε η συγκεκριμένη εφαρμογή; Πιθανώς, πέρα από επιστημονικά κείμενα συμπεριλαμβάνουν και λογοτεχνικά κείμενα, στα οποία το ηλιοβασίλεμα επενδύεται με συναισθήματα.

5.4 Επικοινωνία χρήστη και συστήματος τεχνητής Νοημοσύνης – Προτροπές (prompts)

Πως επικοινωνούμε με ένα ΜΓΜ

Η επικοινωνία χρήστη και συστήματος ΤΝ πραγματοποιείται μέσω γραπτών κειμένων. Η επικοινωνία αυτή είναι πολύ πιο ευέλικτη από την επικοινωνία χρήστη και συστήματος σε άλλα πλαίσια. Η επικοινωνία ανθρώπου και ΤΝ υλοποιείται με μια σχεδόν φυσική γλώσσα. Ως τώρα, κατά κανόνα, η καθοδήγηση, οι εντολές από το χρήστη προς το ψηφιακό σύστημα, διατυπώνονται με άκαμπτη αυστηρότητα είτε μέσα από μια σειρά ενεργειών (επιλογές από μενού, «κλικ» σε ορισμένο σημείο, επιλογή-ολίσθηση-εναπόθεση αντικειμένων στην οθόνη,..) είτε με τη διατύπωση γραπτών εντολών σε κάποιο περιβάλλον.

Για παράδειγμα, η εντολή:

```
print("hello world !")
```

σε πολλές γλώσσες προγραμματισμού θα προκαλέσει την εκτύπωση (ή την εμφάνιση στην οθόνη) της φράσης **hello world !**

Κάθε αλλαγή ωστόσο στην παραπάνω διατύπωση μπορεί να είναι καταστροφική. Η παράλειψη του συμβόλου «(» (αριστερή παρένθεση) προκαλεί ένα μήνυμα λάθους εκ μέρους του συστήματος. Η παράλειψη του συμβόλου `»` (δεξιά εισαγωγικά) προκαλεί επίσης ένα μήνυμα

λάθους διαφορετικό από το προηγούμενο – αλλά και στις δυο περιπτώσεις το λάθος προκαλεί κατάρρευση της επικοινωνίας.

Αντίθετα δοκιμάζοντας σε ένα σύστημα TN την ερώτηση:

πμορώ να σου κάνω μια ετώρηση για ένα πρόβλημα που έχω;

το σύστημα αποκρίθηκε:

Φυσικά

Ρώτησέ με ό,τι θέλεις — είμαι εδώ για να βοηθήσω.



Όταν από το χρήστη επισημάνθηκε το γεγονός ότι υπήρχαν δυο λάθη στην ερώτηση (πμορώ και ετώρηση), τα οποία τα παρέβλεψε, το σύστημα αποκρίθηκε λέγοντας:

διάβασα πρόθεση, όχι ορθογραφία. (η υπογράμμιση είναι του συστήματος).

Αν τα λάθη ήταν:

«πμρ ξσρ νμ σ κν ετρησ»

τότε θα σου έλεγα «μισό λεπτό 😊, βοήθησέ με λίγο».

[Σε κάθε ερώτηση] σταθμίζω *πλαίσιο + πρόθεση + πιθανότητα*

Ακόμη παραπέρα, το σύστημα TN ρώτησε στη συνέχεια το χρήστη αν θα ήθελε να επεκτείνει τη συζήτηση με παραδείγματα, να αναπτυχθεί μια συζήτηση γύρω από τα όρια κατανόησης κειμένων της TN κ.λπ.

Βέβαια μια ελαστικότητα στην επικοινωνία και μια «διόρθωση» των οδηγιών του χρήστη συναντάται και σε άλλα περιβάλλοντα. Έτσι, για παράδειγμα, στην έμμεση αίτηση για πληροφορίες για τον «JEanPiaget επιστημολόγο», η μηχανή αναζήτησης της Google απαντάει χωρίς πρόβλημα, αλλά δεν αναγνωρίζει λάθος στην έμμεση εντολή για τον «JEanPiaget επιστημολόγο». Και οι μηχανές αναζήτησης προτείνουν παρεμφερή θέματα προς διερεύνηση (ιδιαίτερα από τις μηχανές αναζήτησης που υποστηρίζονται από συστήματα TN), αλλά σπανίως προτείνουν κατευθείαν στο χρήστη επεκτάσεις των αναζητήσεων του και κατά κανόνα δεν κάνουν σχετικές υποδείξεις.

Από το μικρό αυτό παράδειγμα καθίσταται φανερό ότι η επικοινωνία ανθρώπου και συστήματος TN είναι σε ένα άλλο επίπεδο από αυτήν με τα κλασικά ψηφιακά μέσα.

Οι εντολές που δίνει ο χρήστης προς το σύστημα TN λέγονται προτροπές (prompts).

Στην κυριολεξία του, ο όρος **Prompt**³⁷ χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει το σύμβολο που εμφανίζεται σε μια οθόνη τερματικού ή γραμμής εντολών και δείχνει ότι ο υπολογιστής είναι σε αναμονή για εισαγωγή εντολών από τον χρήστη (command). Το σύμβολο που χρησιμοποιείται είναι διαφορετικό από το ένα λειτουργικό σύστημα στο άλλο.

Στην περίπτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης οι προτροπές (prompts) αποτελούν τις οδηγίες, τις εντολές που δίνει ο χρήστης σε ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης για να παραγάγει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα: ένα κείμενο, μια εικόνα, μια σύνοψη, ένα βίντεο, μια στρατηγική.

Δεν είναι φυσικά όλες οι προτροπές ισοδύναμες και δεν φέρνουν τα ίδια αποτελέσματα. Ένα γενικό ή πρόχειρο prompt οδηγεί σε ασαφές περιεχόμενο, ενώ αντίθετα, ένα σαφές prompt

³⁷ Ο όρος prompt – προτροπή φαίνεται να έχει ενσωματωθεί στο ελληνικό λεξιλόγιο για την TN, όπως οι όροι computer, CD κ.ά. που γράφονται πολλές φορές με λατινικούς χαρακτήρες και προφέρονται στην Αγγλική γλώσσα

αντιστοιχεί σε μια ουσιαστική και ξεκάθαρη απάντηση από το σύστημα TN. *Κατά κάποιο τρόπο, η ποιότητα της απάντησης του TN είναι συνάρτηση της ποιότητας του prompt του χρήστη.*

Μερικοί γενικοί κανόνες που διέπουν τα prompts είναι οι εξής:

1. Το ζητούμενο αποτέλεσμα πρέπει να είναι προσδιορισμένο με σαφήνεια. Θα πρέπει λοιπόν στην περιγραφή του ζητούμενου αποτελέσματος να αποφεύγονται γενικόλογες και ασαφείς εκφράσεις, όπως (“ενδιαφέρον”, “καλό”, “αρκετό”. Αν υπάρχουν περιορισμοί (χρόνου, πλαισίου κ.λπ.) θα πρέπει να δηλώνονται από την αρχή.
2. Για το ζητούμενο αποτέλεσμα πρέπει να περιγράφεται με πληρότητα το πλαίσιο της χρήσης του, αναλυτικά (ποιο θα είναι το στοχευόμενο κοινό – αν υπάρχει – ποια είναι τα χαρακτηριστικά του;), ακόμη και με πλεονασμούς στην περιγραφή. Αν είναι δυνατόν στην περιγραφή του prompt να συμπεριληφθούν και συγκεκριμένα παραδείγματα, ακόμη καλύτερα.
3. Αναλυτικά πρέπει να περιγράφεται και το ίδιο το αναμενόμενο αποτέλεσμα: έκταση του (π.χ. κείμενο 500 λέξεων), μορφή (πίνακας, γράφημα, αναλυτική έκφραση...), στυλ, ύψος (π.χ. ακαδημαϊκό). Προφανώς το στυλ, αλλά και η γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι συμβατά με τους τελικούς αποδέκτες του αποτελέσματος (εκπαιδευτικοί, μαθητές, σπουδαστές κ.λπ.).
4. Σπανίως ένα prompt παράγει τα αναμενόμενα αποτελέσματα με την πρώτη φορά. Κατά κανόνα ακολουθεί ένας διάλογος ανάμεσα στο χρήστη και το σύστημα TN που βελτιώνει το αναμενόμενο αποτέλεσμα.
5. Μια πολύ χρήσιμη και ενδιαφέρουσα προσέγγιση είναι η *ανάθεση ρόλου* στο σύστημα TN: «Σκέψου ως εκπαιδευτικός», «...ως Καθηγητής Πληροφορικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», «ως μαθητής Γυμνασίου».

Από την πλευρά των μαθητών, τα κατάλληλα prompts μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα ικανοποιητικές απαντήσεις. Στο παράρτημα (στο τέλος του παρόντος κειμένου) υπάρχει ένας πλήρης αυθεντικός διάλογος ανάμεσα σε ένα σύστημα TN και ένα χρήστη που προσποιείται ότι δεν καταλαβαίνει την πρόσθεση κλασμάτων. Επελέγη επιτηδες ένα παράδειγμα από την αριθμητική της πρωτοβάθμιας για να γίνουν φανερές οι ιδιότητες (θετικά και αρνητικά σημεία) της TN, στο ρόλο του εκπαιδευτικού-μέντορα. Εκεί αναδεικνύονται ορισμένες αδυναμίες των συστημάτων TN (τουλάχιστον μέχρι σήμερα) αλλά και το τεράστιο δυναμικό τους.

Ένα πλαίσιο προτροπών για δημιουργία μαθημάτων: παρουσιάζεται ένα πλαίσιο, εύκολο στην εφαρμογή, που προτείνει πως να δημιουργείτε αποτελεσματικές προτροπές για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού περιεχομένου για ηλεκτρονικά μαθήματα. Το παρακάτω πλαίσιο προτείνεται στον οδηγό «Master ChatGPT for Course Creation with the Art of Prompting» (Palaigeorgiou and Veletsianos, 2023).

Πώς κατασκευάζονται προτροπές ώστε να επιτευχθούν τα αναμενόμενα (ή και καλύτερα) αποτελέσματα (prompt engineering); Η προτροπή αποτελεί ένα σημείο εκκίνησης της συζήτησης που δίνεται στο γλωσσικό μοντέλο, δηλ. το ChatGPT, προκειμένου να δώσει μια απάντηση. Μπορεί να είναι μια ερώτηση ή μια δήλωση με στοιχεία που περιγράφουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τι ζητάει ο χρήστης.

Για παράδειγμα, σε μία ή περισσότερες προτροπές θα μπορούσατε να αναφέρετε/περιγράψετε την εργασία στην οποία ζητάτε ιδέες/προτάσεις, να περιγράψετε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια το πλαίσιο, να δώσετε δεδομένα εισόδου που θα μπορούσε να επεξεργαστεί για να δώσει απάντηση, την έξοδο που επιθυμείτε. Οι απαντήσεις που λαμβάνετε προκαλούν και κατάλληλες επόμενες προτροπές προκειμένου να καταλήξετε στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

ΒΗΜΑ 1: Καθορισμός ρόλου για το ChatGPT

Σε αυτό το βήμα, πρέπει να καθορίσετε το ρόλο που θέλετε να διαδραματίσει το ChatGPT και το επίπεδο γνώσεων και εμπειρογνωμοσύνης που απαιτείται για την εκπλήρωση αυτού του ρόλου στο πλαίσιο του μαθήματος που πρόκειται να δημιουργήσετε. Για παράδειγμα, ζητάτε να αναλάβει ρόλο εκπαιδευτικού μηχανολόγου με εμπειρία στην αντιμετώπιση προβλημάτων σε θέματα μηχανών εσωτερικής καύσης.

ΒΗΜΑ 2: Καθορίστε το κοινό σας

Εδώ, θα πρέπει να προσδιορίσετε ποιοι είναι οι μαθητές σας, το επίπεδο γνώσεών τους, το πολιτισμικό τους υπόβαθρο, τη γλωσσική τους επάρκεια, τα ενδιαφέροντά τους ή άλλα σχετικά χαρακτηριστικά.

ΒΗΜΑ 3: Καθορίστε την εργασία(-ες) σας

Αυτό το βήμα περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του τύπου υλικού που θέλετε να δημιουργήσει το ChatGPT, όπως ερωτήσεις και απαντήσεις, μελέτη περίπτωσης, περίγραμμα μαθήματος, σημειώσεις, ανάρτηση σε ιστολόγιο ή αξιολόγηση. Θα μπορούσατε, επίσης, να ζητήσετε επεξεργασία ενός κειμένου, προκειμένου να διαμορφώσει την περίληψη, να το απλοποιήσει, να το μεταφράσει, όπως και να προσθέσει emojis.

ΒΗΜΑ 4: Ορίστε την εκπαιδευτική προσέγγιση

Αυτό το βήμα προτείνει να επιλέξετε ένα θεωρητικό μοντέλο που θα καθοδηγεί τη δημιουργία του εκπαιδευτικού υλικού/περιεχομένου. Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του ChatGPT είναι το γεγονός ότι μαθαίνει με βάση τεράστια προϋπάρχοντα δεδομένα, αυτό σημαίνει ότι γνωστές και καθιερωμένες μέθοδοι ή θεωρίες πιθανά να του είναι γνωστές και να είναι σε θέση να τις εφαρμόσει στην ανάπτυξη υλικού. Για παράδειγμα μπορείτε να ζητήσετε διαμόρφωση στοχοθεσίας με βάση την ταξινόμια του Bloom, ιδέες για δραστηριότητες με βάση τη διερευνητική προσέγγιση ή την επίλυση προβλήματος κ.λπ.

ΒΗΜΑ 5: Ορίστε το πλαίσιο

Εδώ, παρέχετε λεπτομέρειες σχετικά με το πλαίσιο χρήσης του ChatGPT, όπως ο σκοπός του υλικού και τα συγκεκριμένα θέματα ή τομείς που θα καλύπτει ακόμη και την πλατφόρμα ή την εφαρμογή στην οποία θα χρησιμοποιηθεί το παραγόμενο υλικό.

ΒΗΜΑ 6: Παροχή πρόσθετων δεδομένων εισόδου

Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την παροχή πρόσθετων δεδομένων που το ChatGPT μπορεί να χρησιμοποιήσει για ανάλυση ή μετασχηματισμό. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν υπάρχον υλικό, όπως εγχειρίδια, άρθρα, καθώς και σχετικά σύνολα δεδομένων ή γραφήματα.

ΒΗΜΑ 7: Ορισμός ή προσδιορισμός του ύφους του κειμένου

Σε αυτό το βήμα, προτείνεται να καθορίσετε το ύφος που θέλετε να χρησιμοποιεί το ChatGPT κατά τη δημιουργία του περιεχομένου (διασκεδαστικό, επαγγελματικό, να υιοθετήσει το στυλ (γραφής) του Αριστοτέλη ή Turing ή Gaudi κ.λπ.). Θα σας βοηθήσει επίσης να διασφαλίσετε τη συνέπεια στο ύφος σε διαφορετικά τμήματα του περιεχομένου.

ΒΗΜΑ 8: Ρύθμιση της μορφής εξόδου/ ένδειξη εξόδου

Εδώ, καθορίζετε τους τύπους μορφότυπων εξόδου που θέλετε να παράγει το ChatGPT, όπως απλό κείμενο, πίνακας, HTML.

ΒΗΜΑ 9: Επικυρώστε την προτροπή σας

Αυτό το τελικό βήμα στοχεύει στο να εντοπίσετε σημεία της προτροπής σας που μπορεί να χρειάζονται διευκρίνιση ή βελτίωση. Ζητήστε από το ChatGPT να αξιολογήσει τόσο τις δικές σας προτροπές όσο και τις δικές του απαντήσεις π.χ. «Πείστε με για την εγκυρότητα των προτάσεών σας».

5.5 Τεχνητή νοημοσύνη και εκπαίδευση

Πολλοί θεωρούν πως για την επιτυχή προετοιμασία των πολιτών του αύριο είναι απαραίτητος ο **γραμματισμός** στην Τεχνητή Νοημοσύνη.³⁸ Υποστηρίζεται ακόμη πως το «παραδοσιακό» αναλυτικό πρόγραμμα της πληροφορικής πρέπει να υποστεί μια «αλλαγή παραδείγματος» - προς την πλευρά της Τεχνητής Νοημοσύνης και ιδιαίτερα της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning):

Στο παρόν άρθρο απεικονίζονται οι αναδυόμενες διαδρομές στην εκπαιδευτική πρακτική, τη θεωρία και την τεχνολογία που σχετίζονται με τη διδασκαλία της μηχανικής μάθησης στην εκπαίδευση Κ-12. ... Το άρθρο εστιάζει σε βασικές πτυχές της αλλαγής παραδείγματος που θα απαιτηθεί για την επιτυχή ενσωμάτωση της μηχανικής μάθησης στα ευρύτερα προγράμματα σπουδών υπολογιστών Κ-12. Ένα κρίσιμο βήμα είναι η εγκατάλειψη της πεποίθησης ότι ο «παραδοσιακός» προγραμματισμός που βασίζεται σε κανόνες, είναι μια κεντρική πτυχή και δομικό στοιχείο για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης επόμενης γενιάς

(Tedre Matti et als. 2021)

Εξάλλου, καθώς οι εξελίξεις στην ΤΝ είναι καταγιγιστικές, ολοένα και περισσότεροι διεθνείς οργανισμοί εκφράζονται σχετικά. Η UNESCO, σε πρόσφατα κείμενά της αναφέρει UNESCO 2021):

Η Τεχνητή Νοημοσύνη διαφέρει από άλλες ψηφιακές τεχνολογίες λόγω της δυνατότητάς της να αναδιαμορφώσει σε βάθος τις κοινωνίες, τις οικονομίες και τα εκπαιδευτικά συστήματα. Σε αντίθεση με τις συμβατικές τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, η Τεχνητή Νοημοσύνη θέτει μοναδικές ηθικές και κοινωνικές προκλήσεις, όπως ζητήματα δικαιοσύνης, διαφάνειας, απορρήτου και λογοδοσίας. Επιπλέον, η μοναδική ικανότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης να μιμείται την ανθρώπινη συμπεριφορά επηρεάζει άμεσα την ανθρώπινη δράση. Αυτές οι προκλήσεις απαιτούν εξειδικευμένες ικανότητες πέρα από το πεδίο εφαρμογής του παραδοσιακού ψηφιακού γραμματισμού. Ενώ η UNESCO παρέχει καθοδήγηση σχετικά με τις ψηφιακές ικανότητες εδώ και πολλά χρόνια, τα νέα πλαίσια ικανοτήτων της Τεχνητής Νοημοσύνης [πρέπει να] είναι προσαρμοσμένα ώστε να αντιμετωπίζουν τις συγκεκριμένες αποχρώσεις της, [πρέπει να] δίνουν έμφαση σε μια ανθρωποκεντρική προσέγγιση στην εκπαίδευση στην Τεχνητή

³⁸ για παράδειγμα δείτε το βίντεο: ChatGPT, PISA and the Future of Education – διαθέσιμο εδώ <https://www.oecd-events.org/ai-wips-2023/onlinesession/e0efe222-91b6-ed11-994c-000d3a469307>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2026, όπως και τη σχετική αναφορά του ΟΟΣΑ "Is Education Losing the Race with Technology? AI's Progress in Maths and Reading", "Χάνει η Εκπαίδευση την κούρσα με την Τεχνολογία; Πρόοδος της ΤΝ στα Μαθηματικά και την Ανάγνωση".

Νοημοσύνη, προωθώντας την κριτική σκέψη, την ηθική και την υπεύθυνη χρήση των τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης.

Αντίστοιχα και η Ευρωπαϊκή Ένωση αναφέρει (OECD and European Commission 2025):

Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη (TN) επηρεάζει ολοένα και περισσότερο τον τρόπο με τον οποίο έχουμε πρόσβαση στις πληροφορίες, επικοινωνούμε και λαμβάνουμε αποφάσεις, ο γραμματισμός στην TN καθίσταται απαραίτητος για την πλοήγηση στην καθημερινή ζωή, τη δημιουργία [περιεχομένου και έργων] με συγκεκριμένη στόχευση και την προετοιμασία για το μέλλον της μάθησης και της εργασίας. Ο γραμματισμός στην TN εξοπλίζει τους μαθητές [και τους εκπαιδευτικούς] με εφόδια ώστε να κατανοούν τόσο τους κινδύνους όσο και τις ευκαιρίες που παρουσιάζει η TN και να λαμβάνουν ουσιαστικές και ηθικές αποφάσεις σχετικά με τη χρήση της. Βοηθά τους μαθητές να αξιολογούν κριτικά τον αντίκτυπο της TN στη ζωή, την εκπαίδευση και τις κοινότητές τους, προετοιμάζοντάς τους κατάλληλα ώστε να είναι σε θέση να διαμορφώσουν το μέλλον τους.

Ταυτόχρονα ανεξάρτητοι ερευνητές θεωρούν ότι η εκμάθηση της Τεχνητής Νοημοσύνης έχει και γενικότερα διανοητικά οφέλη για τους μαθητές καθώς είναι ωφέλιμη για την παρακίνηση των μαθητών και την προώθηση της δημιουργικής σκέψης (Wang et al, 2022). Με ένα γενικό τρόπο λοιπόν, θεωρείται ότι η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στο πρόγραμμα σπουδών διασφαλίζει το ότι οι μαθητές δεν θα είναι απλώς καταναλωτές τεχνολογίας, αλλά ενημερωμένοι δημιουργοί και χρήστες που γνωρίζουν και τις ηθικές και δεοντολογικές διαστάσεις του ζητήματος, έτοιμοι να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και τις ευκαιρίες ενός ψηφιακού κόσμου.

Μια πρόκληση με τη χρήση των ΜΓΜ είναι η λογοκλοπή. Συστήνονται διάφορες στρατηγικές για την αποτροπή της λογοκλοπής (Cotton et al., 2023):

- εκπαιδεύοντας τους μαθητές σχετικά με το τι είναι λογοκλοπή και γιατί είναι λάθος,
- ορίζοντας σαφείς κατευθυντήριες γραμμές για τη χρήση ΜΓΜ σε ένα μάθημα και κοινοποιώντας τις στους μαθητές. Αυτό θα μπορούσε να περιλαμβάνει κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με το πότε και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί, καθώς και την ορθή αναφορά και απόδοση του κειμένου που παράγεται από το ΜΓΜ,
- προτείνοντας εργασίες ανοικτού τύπου που ενθαρρύνουν την πρωτοτυπία και τη δημιουργικότητα και απαιτούν από τους μαθητές να επιδείξουν την κριτική τους σκέψη, την επίλυση προβλημάτων και τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Για παράδειγμα, εργασίες που ζητούν από τους μαθητές να επινοήσουν τα δικά τους ερευνητικά ερωτήματα ή να αναπτύξουν και να υπερασπιστούν τα δικά τους επιχειρήματα.

Συχνά είναι δύσκολο να γίνει διάκριση μεταξύ του γραπτού ενός μαθητή και των απαντήσεων που παράγει μια εφαρμογή ΜΓΜ. Στρατηγικές που μπορεί να βοηθήσουν στον εντοπισμό χρήσης ΜΓΜ για την παραγωγή κειμένων είναι (Cotton et al., 2023):

- Η εξέταση της γλώσσας που χρησιμοποιείται σε μια εργασία και του ύφους του κειμένου. Αναζήτηση μοτίβων ή παρατυπιών στη γλώσσα καθώς τα chatbots έχουν συχνά περιορισμένες γλωσσικές ικανότητες και μπορεί να παράγουν κείμενο που δεν μοιάζει αρκετά με το ανθρώπινο, με επαναλαμβανόμενες φράσεις ή λέξεις ή με περιέργη ή ασυνεπή χρήση της γλώσσας. Τέλος, το κείμενο που παράγεται από την TN μπορεί να είναι πιο γενικό και λιγότερο προσαρμοσμένο σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο.
- Να γίνεται έλεγχος για πηγές και παραπομπές που αναφέρονται στην εργασία των μαθητών. Τα chatbots δεν είναι ικανά να διεξάγουν πρωτότυπη έρευνα ή να παράγουν νέες ιδέες, οπότε η εργασία που έχει γραφτεί από ένα chatbot είναι απίθανο να περιλαμβάνει σωστές παραπομπές ή αναφορές σε πηγές.

Αντιμέτωπη με όλες αυτές τις προκλήσεις, η ανθρωπότητα θα πρέπει να γίνει ακόμη πιο έξυπνη και κριτική. Η συμπληρωματικότητα μεταξύ εργασιών που αναλαμβάνουν άνθρωποι και υπολογιστές και εύστοχες αλληλεπιδράσεις ανθρώπου-υπολογιστή θα πρέπει να αναπτυχθούν.

5.5.1 Τι ακριβώς σημαίνει η TN στην εκπαίδευση

Γενικά, ως προς το ζήτημα της αξιοποίησης TN στην εκπαίδευση, μπορούμε να διακρίνουμε (SEG, 2021):

- **Μάθηση με χρήση TN**, δηλαδή η TN ως υποστήριξη της διδασκαλίας και γενικότερα ης σχολικής ζωής και της εκπαίδευσης
- **Μάθηση της TN**. Η μάθηση της TN (δηλαδή η TN ως γνωστικό αντικείμενο).
- **Γραμματισμός στην TN**: τα εφόδια σχετικά με την TN που είναι απαραίτητα σε κάθε πολίτη.

Σε μια άλλη προσέγγιση, και οι τρεις αυτές κατηγορίες αποτελούν τμήματα του γραμματισμού στην TN. Εδώ προτιμήθηκε αυτή η διάκριση για τη διευκόλυνση της προσέγγισης στο σχολικό περιβάλλον.

Μάθηση με τη χρήση TN

Οι τεχνολογίες της TN χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία για την ενίσχυση της μάθησης και τη βελτίωση της διδασκαλίας. Η μαθησιακή αναλυτική με την αξιοποίηση δεδομένων από τη συμμετοχή των μαθητών/τριών σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης σε συνδυασμό με τη μηχανική μάθηση μπορούν να προσφέρουν συνεχή ανατροφοδότηση και εξατομικευμένη/προσαρμοσμένη μάθηση σε πραγματικό χρόνο (UNESCO IITE, 2020; Vincent-Lancrin & Van der Vlies, 2020). Υπάρχουν ήδη αναπτυγμένα εξειδικευμένα συστήματα τα οποία μπορούν να παρέχουν στήριξη στους εκπαιδευτικούς (για παράδειγμα στον προγραμματισμό και τη δημιουργία μαθημάτων), όπως το magic school: <https://www.magicschool.ai/> (τελευταία επίσκεψη, Ιανουάριος 2026).

Σχετικό είναι επίσης και το παλιότερο project Betty's Brain (ο εγκέφαλος της Μπέτυ)

Το σύστημα επικεντρώνεται σε έναν κύριο χαρακτήρα, την Betty, η οποία έχει ζητήσει από τους μαθητές να της διδάξουν μια επιστημονική διαδικασία. Με αυτόν τον τρόπο, το Betty's Brain αποκλίνει από ένα κλασικό σύστημα ευφυούς διδασκαλίας (ITS) και υιοθετεί το παράδειγμα μάθησης μέσω διδασκαλίας (LBT), όπου οι αλληλεπιδράσεις των πρακτόρων υπολογιστών επικεντρώνονται στην ολοκλήρωση μιας κύριας εργασίας που δεν σχετίζεται με την απόκτηση γνώσης περιεχομένου τομέα. Πιο πρόσφατα, το επίπεδο τεχνητής νοημοσύνης της Betty έχει τροποποιηθεί σε μεγάλο βαθμό για να αυξηθεί η διαδραστικότητα με τους μαθητές. Το έργο της Μπέτυ είναι να αλληλεπιδρά με τους μαθητές όπως θα έκανε ένας «καλός» μαθητής, κάποιος που έχει δεξιότητες αυτορρύθμισης. Ενσωματώνοντας την ανατροφοδότηση που σχετίζεται με αυτές τις δεξιότητες αυτορρύθμισης, έχουμε δείξει ότι οι μαθητές είναι σε θέση να αποδώσουν καλύτερα σε μελλοντικές μαθησιακές εργασίες (Wikipedia & <https://bettysbrain.teachableagents.org/front-page/about>, τελευταία επίσκεψη Ιανουάριος 2026)

Μια άλλη περίπτωση χρήσης της TN μέσα στην τάξη αναφέρεται στη χρήση του συστήματος TN ως βοηθητικού στοιχείου, σε πραγματικό χρόνο, είτε το σύστημα το χειρίζονται (ως χρήστες) οι μαθητές είτε ο διδάσκων. Για παράδειγμα, μια ερώτηση φυσικής που δεν δέχεται άμεση

απάντηση μπορεί να τεθεί άμεσα σε ένα σύστημα TN – αν η τάξη δε μπορεί να το απαντήσει – και η απάντηση του συστήματος TN να σχολιαστεί (είναι ορθή; Η εξήγηση είναι ικανοποιητική;).

- Μια ερώτηση αυτού του είδους θα μπορούσε να είναι «σε ένα ποτήρι με νερό βάζουμε ένα παγάκι το οποίο φυσικά επιπλέει. Όταν το παγάκι λιώσει, η στάθμη του νερού μέσα στο ποτήρι θα ανέβει, θα κατέβει ή θα μείνει η ίδια»;

Η γενική ιδέα δηλαδή στην επίλυση ενός «δύσκολου» προβλήματος να ζητηθεί βοήθεια από ένα σύστημα TN και να σχολιαστεί η βοήθεια αυτή. Εξάλλου, σε πολλές περιπτώσεις, το σύστημα παρουσιάζει στο χρήστη τον τρόπο, ή τους τρόπους με τους οποίους «αναλύει» το πρόβλημα, βοηθώντας έτσι έναν αναστοχασμό πάνω στην επίλυση του προβλήματος.

Τα συνηθισμένα πεδία στα οποία η TN μπορεί να συνεισφέρει περιλαμβάνουν τα (ενδεικτικά) εξής:

A. Διδακτική Υποστήριξη

- Δημιουργία διδακτικών σεναρίων με AI (με αυτόματη πρόταση δραστηριοτήτων).
- Υλικό μάθησης: αυτόματη παραγωγή φύλλων εργασίας, quizz, πολυμεσικού υλικού, προσαρμοσμένου σε επίπεδο μαθητή, αρχείων τύπου Power Point, νοητικούς χάρτες
- Συστήματα εξατομίκευσης: προσαρμοσμένα μονοπάτια μάθησης και εξειδικευμένα μαθήματα για μαθητές με συγκεκριμένες ανάγκες

B. Αξιολόγηση και Ανατροφοδότηση

- Αυτόματη διόρθωση ασκήσεων (π.χ. σύντομες απαντήσεις, coding exercises).
- Ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο (π.χ. στον μαθητή για το πώς προχωράει).
- Αναλύσεις μαθησιακής πορείας (learning analytics).

Γ. Υποστήριξη Εκπαιδευτικών

- Βοηθοί εκπαιδευτικού (Teacher Assistants): παραγωγή ιδεών, σχεδιασμός δραστηριοτήτων, διαχείριση τάξης.
- Μείωση φόρτου εργασίας: δημιουργία προγραμμάτων μαθημάτων, αναφορές, διοικητικές εργασίες.

Δ. Μαθησιακό Περιβάλλον

- Chatbots/Virtual Tutors: για βοήθεια εκτός τάξης.
- Προσομοιώσεις & Εικονικά Εργαστήρια (π.χ. STEM, γλώσσες).
- Συστήματα συνεργασίας με υποστήριξη AI (ομαδικά projects με σχολιασμό).

Δραστηριότητες «εκπαίδευσης» συστημάτων Μηχανικής Μάθησης

Ωστόσο, πέρα από την υποστήριξη αυτού του είδους, τα συστήματα TN μπορούν να προσφέρουν μαθησιακές εμπειρίες που δεν θα μπορούσαν να υπάρξουν πριν από την TN. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να «διδάξουν» σε ένα σύστημα TN. Στα παρακάτω παραδείγματα μαθητές και μαθήτριες «εκπαιδεύουν» συστημάτων Μηχανικής Μάθησης.

Τι μπορεί να σημαίνει η εκπαίδευση συστημάτων Μηχανικής Μάθησης; Μπορεί να σημαίνει την ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων, τη δοκιμή τους, τη βελτίωσή τους, το διαρκή εμπλουτισμό τους. Με ένα γενικό τρόπο, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να προσομοιάζουν σε στοιχεία της ανθρώπινης νοημοσύνης και να «αντιλαμβάνονται» το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, συνήθως μέσω των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data) και συναφών μεθόδων μηχανικής εκμάθησης (machine learning), με στόχο την αυτόνομη λήψη αποφάσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων με σκοπό

την επίτευξη καθορισμένου αποτελέσματος ή/και την επίλυση ποικίλων προβλημάτων. (<https://www.ekt.gr/el/news/28914>, τελευταία επίσκεψη, Αύγουστος 2023).

Παρουσιάζονται παρακάτω μερικά παραδείγματα από δραστηριότητες παιδιών (μαθητών αλλά και μικρότερων) (όλα προέρχονται από το Tedre Matti et als., 2021):



Μαθητής εκπαιδεύει ένα σύστημα ML ώστε να αναγνωρίζει ήχους

Δυο αδέρφια εκπαιδεύουν ένα σύστημα ML ώστε να αναγνωρίζει κινήσεις των χεριών

Εκπαίδευση ενός συστήματος ML ώστε να αναγνωρίζει φιγούρες από μαζορέτες

Δραστηριότητα: Διδάσκοντας σε μικρά παιδιά πώς λειτουργεί η TN (Machine Learning) (60 λεπτά)

Στον ακόλουθο δικτυακό τόπο διατίθενται μια σειρά από δραστηριότητες οι οποίες έχουν ως στόχο τη διδασκαλία μερικών βασικών αρχών με τις οποίες λειτουργεί η TN: <https://studio.code.org/s/oceans/lessons/1/levels/1> (τελευταία επίσκεψη Αύγουστος 2023)

Το εξαιρετικά απλό περιβάλλον προτείνει στους χρήστες (μαθητή ή μαθήτρια) εικόνες από «ευρήματα» στο βυθό της θάλασσας που είναι ή ψάρια (σκίτσα) ή απορρίμματα (σκίτσα). Καθώς ο χρήστης ταυτοποιεί κάθε οντότητα ως ψάρι ή απορρίμμα (προτείνονται πολλές δεκάδες), «εκπαιδεύει» κατά κάποιο τρόπο, το σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης, το οποίο μετά το τέλος της «εκπαίδευσης» αποπειράται να κατατάξει μόνο του και άλλα ευρήματα. Υπάρχουν πολλά επίπεδα δραστηριοτήτων (για παράδειγμα επέκταση από τα «ψάρια» σε «ζώα της θάλασσας», όπως χταπόδια κ.λπ.

Η δραστηριότητα μπορεί να επεκταθεί, ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο και την τάξη, σε απόπειρα αναγνώρισης γενικών «μοτίβων» (patterns) σε πολλών ειδών οντότητες: στη μουσική, στη ζωγραφική, στην αρχιτεκτονική, στις μεθόδους επίλυσης προβλημάτων κ.ά. Οι μαθητές και οι μαθήτριες αναγνωρίζουν μοτίβα: για παράδειγμα μπορούν να αποφανθούν για ένα μουσικό κομμάτι, σε ποιο μουσικό είδος ανήκει (αυτό σημαίνει ότι υπάρχει κάποιο είδος μοτίβου, χαρακτηριστικών που επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ των μουσικών ειδών). Οι μαθητές και οι μαθήτριες δε θα είναι, κατά πάσα πιθανότητα, σε θέση να περιγράψουν αυτά τα χαρακτηριστικά, αλλά ακόμη και η αναγνώρισή της ύπαρξής τους είναι σημαντική.

Teachable Machine <https://teachablemachine.withgoogle.com>

Η εφαρμογή Teachable Machine είναι ένα δωρεάν και ελεύθερο εργαλείο που αναπτύχθηκε από την Google. Σκοπός της είναι να καθιστά προσβάσιμη και κατανοητή τη διαδικασία εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης χωρίς την ανάγκη για προηγούμενες γνώσεις στον τομέα. Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να εκπαιδεύσουν μοντέλα μηχανικής μάθησης χρησιμοποιώντας απλές διαδικασίες drag-and-drop και χωρίς να χρειάζεται να προγραμματίσουν. Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα δεδομένα τους, να τα εισαγάγουν στην εφαρμογή, να τα επεξεργαστούν και να εκπαιδεύσουν ένα μοντέλο χωρίς να απαιτείται προγραμματιστική εμπειρία στον τομέα της μηχανικής μάθησης.

Δραστηριότητα: «εκπαιδεύοντας» μαθητές σα να ήταν μηχανισμοί ML (70 λεπτά)

Επιλέγεται μια κατηγορία αντικειμένων – για παράδειγμα «μεταλλικά κυλινδρικά δοχεία».

Στην κατηγορία δίνεται ένα τελείως αυθαίρετο όνομα – π.χ. «Ζέτο».

Ετοιμάζεται ένας μεγάλος αριθμός εικόνων (αρχικά 30) στις οποίες απεικονίζονται μεταλλικά κυλινδρικά δοχεία και άλλα αντικείμενα – μερικά ίσως «συγγενικά» - π.χ. κυλινδρικά δοχεία από πλαστικό, μεταλλικά δοχεία σε σχήμα παραλληλεπίπεδου, κονσέρβες, τενεκέδες σκουπιδιών κ.ά.. Σε κάθε εικόνα υπάρχει μόνο μια εικόνα Ζέτο, χωρίς πλαίσιο αναφοράς (π.χ. ένας δρόμος). Μερικές εικόνες μπορεί να παρουσιαστούν περισσότερες από μια φορά.

Κάθε εικόνα παρουσιάζεται σε έναν μαθητή με τη φράση «είναι Ζέτο» ή «δεν είναι Ζέτο».

Στο τέλος παρουσιάζονται στο μαθητή μερικά αντικείμενα και ερωτάται αν κάθε ένα από αυτά είναι Ζέτο ή όχι. Οι επιλογές των μαθητών μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο συζήτησης.

Το παιχνίδι μπορεί να είναι πιο ενδιαφέρον αν ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών Ζέτο είναι πιο πολύπλοκος και διαισθητικού χαρακτήρα. Για παράδειγμα παρουσιάζονται κτίρια και το «Ζέτο» μπορεί να αντιστοιχεί σε αρχιτεκτονικά στυλ όπως Bauhaus, Art Deco ή Art Nouveau ή ακόμη πίνακες ζωγραφικού ενός συγκεκριμένου ζωγράφου (π.χ. Van Gogh) ή και ποιήματα ενός συγκεκριμένου ποιητή ή στιχουργού (π. Χ. Ν. Καββαδία).

Για παράδειγμα, έστω ότι δείχνουμε τις παρακάτω εικόνες, λέγοντας ότι είναι Ζέτο:



Τότε το ερώτημα αν είναι Ζέτο το παρακάτω κτίριο, δεν είναι εύκολο να απαντηθεί. Αν π.χ. το Ζέτο οριστεί ως «περίτεχνες κατοικίες», τότε η τελευταία φωτογραφία είναι Ζέτο, ενώ αν το Ζέτο οριστεί ως «κατοικία art nouveau», τότε η τελευταία φωτογραφία δεν απεικονίζει ένα Ζέτο, καθώς το κτίριο είναι baroque.



5.5.2 Μάθηση της TN

Η μάθηση της TN (δηλαδή η TN ως γνωστικό αντικείμενο). συνδέεται με την απόκτηση των κατάλληλων γνώσεων και ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος κ.ά. που παρέχονται κυρίως στο πλαίσιο των μαθημάτων Πληροφορικής με απώτερο σκοπό τη δυναμική περαιτέρω ακαδημαϊκή ή επαγγελματική εξέλιξη των μαθητών. Αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένα καινοφανή (και περιζήτητα) επαγγέλματα στο πεδίο της TN:

- Prompt Engineer, σχεδιάζει και βελτιστοποιεί τα prompts (οδηγίες) ώστε τα μοντέλα TN (π.χ. chatbots, image generators) να δίνουν ακριβείς, χρήσιμες και δημιουργικές απαντήσεις
- AI / Machine Learning Engineer, αναπτύσσει, εκπαιδεύει και βελτιώνει μοντέλα μηχανικής μάθησης

- ο Data Scientist, ο οποίος αναλύει μεγάλα σύνολα δεδομένων και τα μετατρέπει σε προβλέψεις, συμπεράσματα και αποφάσεις, συχνά με χρήση TN.

Προφανώς, στον ακαδημαϊκό τομέα η TN έχει διεισδύσει ακόμη περισσότερο και οι επιστήμες έχουν ωφεληθεί τα μέγιστα από την TN. Η TN, με ένα γενικό τρόπο, κατέστησε εφικτούς χώρους έρευνας που ήταν πρακτικά απροσπέλαστοι. Δηλαδή η αξία της TN δεν έγκειται στο να δίνει απαντήσεις, αλλά να αλλάζει το τι θεωρούμε εφικτό να ερευνήσουμε. Η συμβολή της στην ανάπτυξη των επιστημών είναι πολύ σημαντική και φαίνεται να έχει μια αξία καθεαυτή, ως τρόπος σκέψης και διερεύνησης προβλημάτων.

Παρακάτω, αναφέρονται ενδεικτικά με συνοπτικό τρόπο, ορισμένα επιστημονικά επιτεύγματα που επετεύχθησαν με τη βοήθεια της TN και έμμεσα υποδεικνύουν μια μεγάλη γκάμα δυνατοτήτων νέων ακαδημαϊκών κατευθύνσεων και επαγγελματιών που σχετίζονται με την TN.

Βιολογία	Το σύστημα AlphaFold (της DeepMind) κατάφερε να προβλέπει με εξαιρετική ακρίβεια την τρισδιάστατη δομή πρωτεϊνών μόνο από τη χημική τους ακολουθία. Είναι ένα τεράστιο επίτευγμα γιατί: η δομή καθορίζει τη λειτουργία της, η εργαστηριακή ανίχνευση είναι αργή & πανάκριβη, ενώ η TN προσδιόρισε εκατομμύρια δομές σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Εφαρμογές σε νέες θεραπείες, συνθετική βιολογία κ.ά.
Φαρμακολογία	Σύστημα TN ανέλυσε εκατομμύρια χημικές ενώσεις και ανακάλυψε το αντιβιοτικό Halicin , αποτελεσματικό σε ανθεκτικά βακτήρια.
Χαρτογράφηση εγκεφάλου	Χαρτογράφηση νευρωνικών κυκλωμάτων Με την TN κατέστη δυνατή: <ul style="list-style-type: none"> η αυτόματη αναγνώριση νευρώνων η χαρτογράφηση συνδέσεων
Θεωρητική Φυσική	Συνέβαλε στην ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων αναλύοντας δεδομένα με πολύ «θόρυβο» και εντοπίζοντας μοτίβα μοτίβα αδύνατα για ανθρώπινο μάτι
Χημεία	Η TN συνέβαλε στη δημιουργία νέων υλικών, προβλέπουν συνθέσεις, μειώνουν σημαντικά τον χρόνο (και το κόστος) πειραμάτων

5.5.3 Γραμματισμός στην TN

Οι σημερινοί μαθητές και μαθήτριες μεγαλώνουν σε ένα περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από την αυξανόμενη χρήση εφαρμογών TN. Η αξιοποίηση σύγχρονων εφαρμογών TN γενικής χρήσης οδηγεί στην εξοικείωση με την TN, στην αποτελεσματική χρήση της και στην κριτική αντιμετώπισή της. Οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να μπορούν να αναγνωρίζουν τη χρήση, να μάθουν τις δυνατότητες, να δημιουργήσουν εφαρμογές, να προβληματιστούν για την ασφάλεια και τα ηθικά ζητήματα που συνδέονται με την TN.

Στις προηγούμενες παραγράφους έγινε μια προσπάθεια να καταδειχθεί η αναγκαιότητα του γραμματισμού στην TN. Στη συνέχεια δίνονται ενδεικτικοί ορισμοί ως προς το πώς κατανοείται η έννοια αυτή. Ο γραμματισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να οριστεί ως ένα σύνολο ικανοτήτων που επιτρέπουν στα άτομα να αξιολογούν κριτικά τις τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης, να επικοινωνούν και να συνεργάζονται αποτελεσματικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και να τη χρησιμοποιούν ως εργαλείο στο διαδίκτυο, στο σπίτι, στον χώρο εργασίας και στην κοινωνία (Almatrafi et al 2024: 2). Με μια παραπλήσια λογική, ο γραμματισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη ορίζεται ως «κατανόηση των εννοιών της Τεχνητής Νοημοσύνης και των ικανοτήτων στη χρήση εννοιών της Τεχνητής Νοημοσύνης για αξιολόγηση και στη χρήση εννοιών της Τεχνητής Νοημοσύνης για την κατανόηση του πραγματικού κόσμου» (Οι Kong et al

σελ. 12). Οι Wang et al. [55] χρησιμοποίησαν ένα πλαίσιο πληροφοριακής παιδείας στον εκπαιδευτικό τομέα και όρισαν την παιδεία στην τεχνητή Νοημοσύνη ως «την ολοκληρωμένη έκφραση των γνώσεων και δεξιοτήτων, των διαδικασιών και μεθόδων, των συναισθηματικών στάσεων και αξιών που σταδιακά διαμορφώνονται κατά τη διαδικασία εκπαίδευσης των μαθητών στην Τεχνητή Νοημοσύνη» (Wang et al σελ. 36).

Η διεθνής βιβλιογραφία³⁹ φαίνεται να συγκλίνει στο συμπέρασμα ότι ο γραμματισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Literacy):

- δεν είναι απλώς μια προέκταση του Ψηφιακού Γραμματισμού (Digital Literacy)
- δεν ταυτίζεται με τη χρήση εργαλείων, τεχνικών, prompts
- και δεν περιορίζεται στη διδασκαλία προγραμματισμού ή αλγορίθμων.

Αντίθετα, αποτελεί **θεμελιώδη μορφή σύγχρονου γραμματισμού**, μεγάλης σημασίας για τον πολίτη του αύριο, συγκρίσιμης ενδεχομένως με το γλωσσικό, τον επιστημονικό ή τον πολιτειακό γραμματισμό.

Θα μπορούσε, λοιπόν, ο Γραμματισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη να οριστεί ως εξής: είναι το σύνολο γνώσεων, δεξιοτήτων, ικανοτήτων, μεταγνώστικων διεργασιών και στάσεων που επιτρέπουν στους μαθητές (αυριανούς πολίτες) να κατανοούν, να αξιολογούν, να χρησιμοποιούν, να αμφισβητούν, αλλά και να συνδημιουργούν με συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης με κριτικό, ηθικό και ανθρωποκεντρικό τρόπο, διατηρώντας την ανθρωπινή αυτονομία, κρίση και ευθύνη.

Ενδεικτικά ο Γραμματισμός στην Τεχνητή Νοημοσύνη (ΓΤΝ) πρέπει να περιλαμβάνει:

A. Γνώσεις (Knowledge)

Οι μαθητές χρειάζεται να αναπτύξουν εννοιολογική κατανόηση της ΤΝ, όχι ως «μαύρου κουτιού», αλλά ως ανθρώπινου κατασκευάσματος με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και όρια.

Ενδεικτικά, αυτό περιλαμβάνει:

- τι είναι (και τι δεν είναι) η ΤΝ,
- αναγνώριση συστημάτων ΤΝ όπου υπάρχουν (π.χ. τη συνηθισμένη περίπτωση κατά την οποία το σύστημα είναι ενσωματωμένο σε έναν άλλο μηχανισμό, όπως το αυτοκίνητο ή το κινητό τηλέφωνο). Ακόμη σε περίπτωση συνεργατικής παραγωγής ενός «προϊόντος» (για παράδειγμα ενός κειμένου) να είναι σε θέση να διακρίνει τα παραχθέντα από τον άνθρωπο και το μέρος που παρήγαγε η ΤΝ
- γνώση του πώς λειτουργούν βασικά συστήματα μηχανικής μάθησης,
- το ρόλο των δεδομένων, της πιθανότητας και της στατιστικής,
- τη διαφορά ανάμεσα σε ανθρώπινη κατανόηση και υπολογιστική πρόβλεψη,
- τις έννοιες της προκατάληψης, της αβεβαιότητας και της ανακρίβειας στα αποτελέσματα της ΤΝ.

Η γνώση αυτή πρέπει να λειτουργεί απομυθοποιητικά και προστατεύει τους μαθητές από την άκριτη αποδοχή της ΤΝ ως αυθεντίας.

³⁹ Βασίζομαστε σε οδηγούς της UNESCO: UNESCO: AI competency framework for teachers [2024] και AI competency framework for students [2024]

B. Δεξιότητες (Skills)

Οι δεξιότητες αφορούν το τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές με αυτή τη γνώση σε πραγματικές συνθήκες.

Κεντρικές δεξιότητες του ΓΤΝ είναι:

- η κριτική αξιολόγηση περιεχομένου που παράγεται από σύστημα ΤΝ,
- η διατύπωση κατάλληλων ερωτήσεων και ανατροφοδότησης,
- η σύγκριση πολλαπλών πηγών και ο έλεγχος αξιοπιστίας,
- η συνεργασία ανθρώπου-ΤΝ χωρίς υποκατάσταση της σκέψης,
- η λήψη αποφάσεων για το πότε η χρήση ΤΝ είναι ηθικά κατάλληλη και κοινωνικά αποδεκτή.

Οι δεξιότητες αυτές δεν είναι «τεχνικές», αλλά γνωστικές και κοινωνικές, με ισχυρή σύνδεση με την κριτική σκέψη.

Γ. Ικανότητες / Επάρκειες (Competencies)

Οι ικανότητες συνδυάζουν γνώσεις και δεξιότητες σε σύνθετες πρακτικές. Στα σύγχρονα πλαίσια του ΓΤΝ, οι βασικές επάρκειες αφορούν:

- την εμπλοκή με την ΤΝ (understanding & interaction),
- τη συν-δημιουργία με την ΤΝ (co-creation, όχι αυτοματοποίηση),
- τη διαχείριση της ΤΝ (όρια, έλεγχος, ευθύνη),
- το σχεδιασμό ή ανασχεδιασμό λύσεων με ΤΝ, με επίγνωση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών συνεπειών.

Οι μαθητές δεν αντιμετωπίζονται απλώς ως χρήστες, αλλά ως εν δυνάμει συνδιαμορφωτές.

Δ. Μεταγνώσεις (Metacognition)

Η μεταγνωστική διάσταση είναι κρίσιμη και συχνά παραγνωρισμένη. Περιλαμβάνει:

- επίγνωση του πώς μαθαίνει κανείς με ή χωρίς ΤΝ,
- αναστοχασμό για το πότε η ΤΝ βοηθά και πότε αποδυναμώνει,
- κατανόηση των ορίων τόσο της ΤΝ όσο και της μου γνώσης του χρήστη,
- ικανότητα του χρήστη να θέτει ερωτήματα για τη διαδικασία, όχι μόνο για το αποτέλεσμα.

Χωρίς μεταγνώση, η χρήση της ΤΝ κινδυνεύει να οδηγήσει σε γνωστική εξάρτηση.

Ε. Στάσεις και αξίες (Attitudes)

Ο Γραμματισμός στην ΤΝ είναι βαθιά **αξιακός**.

Οι μαθητές χρειάζεται να καλλιεργήσουν στάσεις όπως:

- ανθρωποκεντρικότητα και σεβασμό της ανθρώπινης αξιοπρέπειας,
- υπευθυνότητα και λογοδοσία,
- ευαισθησία σε ζητήματα δικαιοσύνης, συμπερίληψης και προκατάληψης,
- περιβαλλοντική συνείδηση σχετικά με το αποτύπωμα της ΤΝ,
- ενεργή πολιτιότητα και συμμετοχή στον δημόσιο διάλογο για την ΤΝ.

Η ΤΝ δεν είναι ουδέτερη· και ο ΓΤΝ προετοιμάζει τους μαθητές να το αναγνωρίζουν αυτό.

Η εκπαίδευση λοιπόν καλείται να διασφαλίσει ότι, στην εποχή της ΤΝ, οι μαθητές δεν θα γίνουν παθητικοί αποδέκτες αλγοριθμικών αποφάσεων, αλλά ενεργοί, κριτικοί και υπεύθυνοι συνδιαμορφωτές του μέλλοντος.

5.5.4 Γραμματισμός των εκπαιδευτικών στην τεχνητή Νοημοσύνη

Ο Γραμματισμός στην ΤΝ για εκπαιδευτικούς⁴⁰ δεν είναι απλώς βαθύτερος, αλλά δομικά διαφορετικός από εκείνον των μαθητών, επειδή ο εκπαιδευτικός:

- λαμβάνει παιδαγωγικές αποφάσεις για άλλους,
- λειτουργεί εντός συγκεκριμένου θεσμικού και νομικού πλαισίου,
- φέρει ευθύνη για αξιολόγηση, προστασία και ισότητα,
- και διαμεσολαβεί τη σχέση μαθητή-ΤΝ.

Αν προσπαθήσουμε να κατηγοριοποιήσουμε τους τομείς στους οποίους ο εκπαιδευτικός πρέπει να είναι ενήμερος, θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στα εξής:

Ανθρωποκεντρική στάση

Η ΤΝ από τη μεριά του εκπαιδευτικού δεν αξιολογείται μόνο ως εργαλείο, αλλά ως παράγοντας που επηρεάζει τον ίδιο τον ρόλο του, το ρόλο του εκπαιδευτικού.

Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να έχει:

- επίγνωση ότι η ΤΝ δεν είναι ένα πραγματικά ευφύες σύστημα με αυτόνομη νόηση, αλλά ένα σύστημα που μιμείται ανθρώπινες λειτουργίες (και άρα μπορεί να υπονομεύσει την επαγγελματική του κρίση),
- ικανότητα αποδόμησης του “υπερβολικού ενθουσιασμού ή απόλυτης απόρριψης της ΤΝ ” (ούτε δαιμονοποίηση, ούτε άκριτη αποδοχή),
- συνειδητή υπεράσπιση της ανθρώπινης παιδαγωγικής σχέσης ως αναντικατάστατης.

Δεν αρκεί να ξέρει *πώς δουλεύει* η ΤΝ· πρέπει να ξέρει *πότε δεν πρέπει να τη χρησιμοποιήσει*.

Δεοντολογική και ηθική στάση

Ο εκπαιδευτικός είναι ηθικά και παιδαγωγικά υπεύθυνος για τη χρήση της ΤΝ στην τάξη — όχι οι αλγόριθμοι της ΤΝ.

Αυτό σημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός έχει:

- μια κατανόηση θεμάτων προσωπικών δεδομένων, πνευματικών δικαιωμάτων, συγκατάθεσης,
- την ικανότητα ελέγχου μεροληψίας, αποκλεισμού και αναπαραγωγής ανισοτήτων,
- την ικανότητα διάκρισης μεταξύ:
 - ο νόμιμης χρήσης,
 - ο παιδαγωγικά αποδεκτής χρήσης,
 - ο διδακτικά επωφελούς χρήσης
 - ο και ηθικά προβληματικής χρήσης.

Παιδαγωγική και διδακτική κρίση για το *πότε* και *πώς* χρησιμοποιείται η ΤΝ

Η ΤΝ δεν ενσωματώνεται αυτόματα στη διδασκαλία· απαιτεί προφανώς παιδαγωγικό και διδακτικό σχεδιασμό.

Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται:

- ικανότητα να αποφασίζει αν η ΤΝ ενισχύει ή αποδυναμώνει τη μάθηση σε συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο,
- σχεδιασμό δραστηριοτήτων όπου:

⁴⁰ UNESCO: AI competency framework for teachers [2024] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104> και *AI competency framework for students [2024]* (συνέχεια στην επόμενη σελίδα) <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105?posInSet=2&queryId=beb2afd5-3270-4382-9389-5504d9b1a34a>

- η ΤΝ υποστηρίζει τη σκέψη και δεν την αντικαθιστά,
- η μάθηση παραμένει ενεργητική, κοινωνική και αναστοχαστική,
- επαναπροσδιορισμό της αξιολόγησης (τι και με ποιο τρόπο αξιολογείται όταν υπάρχει ΤΝ;).

Διαχείριση της σχέσης δάσκαλος–μαθητής–γνωστικό αντικείμενο ΤΝ

Ο εκπαιδευτικός:

- διαμεσολαβεί τη σχέση του μαθητή με την ΤΝ,
- εξηγεί, αποκαλύπτει και απομυθοποιεί τον ρόλο της,
- προστατεύει τον μαθητή από:
 - γνωστική εξάρτηση,
 - την άκριτη αποδοχή των απαντήσεων της ΤΝ,
 - υποκατάσταση της προσωπικής φωνής.

Επαγγελματική μεταγνώση και αναστοχασμός

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να αναστοχάζεται **τον δικό του ρόλο** μέσα στην ΑΙ-μεσολαβημένη εκπαίδευση. Πρέπει λοιπόν να έχει:

- επίγνωση του πώς η ΤΝ επηρεάζει:
 - τις διδακτικές του επιλογές,
 - τον χρόνο και το έργο του,
 - την επαγγελματική του ταυτότητα,
- την ικανότητα να αντιστέκεται στην **αυτοματοποιημένη παιδαγωγική**,
- συνεχή επαναδιαπραγμάτευση του «τι σημαίνει να είμαι δάσκαλος».

Δια βίου επαγγελματική μάθηση με και για την ΤΝ

Η ΤΝ δεν είναι «γνώση που κατακτάται», αλλά **πεδίο συνεχούς μάθησης**.

Ο γραμματισμός εκπαιδευτικών περιλαμβάνει:

- χρήση της ΤΝ για **επαγγελματική ανάπτυξη**,
- συμμετοχή σε **κοινότητες πρακτικής**,
- ικανότητα προσαρμογής σε τεχνολογικές αλλαγές χωρίς απώλεια παιδαγωγικού προσανατολισμού.

Συμμετοχή στον θεσμικό και κοινωνικό διάλογο για την ΤΝ

Ο εκπαιδευτικός:

- συμβάλλει στη διαμόρφωση σχολικών πολιτικών για την ΤΝ,
- συμμετέχει στη συζήτηση για όρια, κανόνες και αξίες,
- υπερασπίζεται την εκπαίδευση ως **δημόσιο αγαθό**, όχι ως πεδίο αυτοματοποίησης.
- Συμμετέχει ή τουλάχιστον είναι ενήμερος για τη γενικότερη προβληματική που σχετίζεται με την ΤΝ και αφορά σε θέματα: οικονομίας, οικολογικά, ηθικά, γνωστικά, εκπαιδευτικά και φιλοσοφικά.

Δραστηριότητες προσέγγισης της ΤΝ στη διδασκαλία των ανθρωπιστικών μαθημάτων

Το ερώτημα ωστόσο είναι με ποιον τρόπο οι εφαρμογές ΤΝ μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδακτική πράξη και από τους ίδιους τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Στο υλικό της 7ης συνεδρίας συζητήθηκαν επιγραμματικά κάποιες δυνατότητες των συγκεκριμένων εφαρμογών ως προς τη σύνθεση κειμένου.

- Μια κατηγορία αφορά τη σύνταξη προτροπών από μαθητές/τριες ώστε να καθοδηγήσουν την εφαρμογή στη σύνθεση κάθε είδους κειμένου (είδαμε ήδη σχετικά παραδείγματα).

Στη συνέχεια, δίνεται ένα ενδεικτικό παράδειγμα αξιοποίησης στο μάθημα της λογοτεχνίας.

Η εφαρμογή Verse by Verse είναι μια ερευνητική εφαρμογή από την Google AI για τη συγγραφή ποιημάτων.



Εικόνα 31. <https://sites.research.google/versebyverse/>⁴¹

Ο χρήστης επιλέγει μορφή ποιήματος (ομοιοκαταληξία κλπ.) και αφού ξεκινήσει με τον πρώτο στίχο / το θέμα, δέχεται «συμβουλές» για τη συνέχεια από ποιητές και ποιήτριες που έχει επιλέξει (όπως ο Walt Whitman, η Emily Dickinson, ο Edgar Allen Poe).


⁴¹ <https://research.google.com/semanticexperiences/about.html>

**Εικόνα 32**

Αυτό το διδακτικό πείραμα χρησιμοποιείται για την εξοικείωση των μαθητών/τριών με τις ρητορικές, υφολογικές και μορφολογικές επιλογές κάθε ποιητικού είδους αλλά και κάθε ποιητή/ποιήτριας.

Για την ελληνική γλώσσα μπορούμε να αξιοποιήσουμε τα γενικά γλωσσικά μοντέλα με τη μορφή chatbots, όπως αυτό του Gemini. Οι μαθητές και οι μαθήτριες θα μπορούσαν να διαμορφώσουν κατάλληλες προτροπές για να κάνουν πειράματα με θέματα, μοτίβα και ύφος.

Παρακάτω, παρατίθεται ένα παράδειγμα από μια πολύ απλή προτροπή:

<p>Μπορείς να μου πεις τα νέα της ημέρας σαν να είσαι ο Διονύσιος Σολωμός;</p>	
<p> Εις καιρόν πολέμου</p> <p>Ως όναρ βαρύ και σκοτεινό, Σκοτεινός ονείρων σκότος, Σαν θάνατος βαρύς και τυραννικός, Σαν θάνατος τυραννικός, Έρχεται ο πόλεμος, Στην Ελλάδα, Στην Ελλάδα,</p>	<p>Εις την Καλλιθέα</p> <p>Στην Καλλιθέα, εις το τέρμα της ακτής, Που η θάλασσα με γαλήνη κοιμάται, Στο ηλιοβασίλεμα, εις την ώρα που σβύνονται Τα χρώματα και η μέρα τελειώνει,</p> <p>Εγώ, ο Διονύσιος Σολωμός, Στέκομαι και συλλογίζομαι τα νέα της ημέρας.</p>

Είναι προφανές ότι το Gemini μπορεί να συνθέσει ποιητικό κείμενο (και πιθανώς γνωρίζει ότι ο Σολωμός είναι ποιητής του 19ου αιώνα), δεν έχει όμως εκπαιδευτεί στο σώμα της σολωμικής ποίησης: τα παραγόμενα ποιήματα δεν έχουν ούτε τη γλώσσα ούτε τα μετρικά σχήματα της σολωμικής ποίησης.

Η αξιολογική αυτή σύγκριση αυτή μπορεί να αποτελέσει μέρος της διδασκαλίας: τι είναι αυτό που κάνει ένα ποίημα «σολωμικό»;

Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες μπορούν να πειραματιστούν με τροποποιημένες προτροπές: π.χ. ζητώντας να ξαναγραφούν τα ποιήματα σε άλλο ύφος (π.χ. χιουμοριστικό) και να αναλύσουν τις

αλλαγές σε κάθε αναθεώρηση, αναλογιζόμενοι πώς αυτές οι αλλαγές συμβάλλουν σε διαφορετικό τόνο.

Για παράδειγμα, ακολουθεί μια τέτοια τροποποιημένη εκδοχή, στην οποία το ποίημα τροποποιήθηκε ώστε έχει ελεύθερο στίχο και μελαγχολικό τόνο:

Σε καιρούς χαλεπούς και σκοτεινούς, η ελπίδα λάμπει ακόμη

Σε μια εποχή που ο κόσμος δοκιμάζεται από πολέμους, φτώχεια και ανισότητα, η ελπίδα παραμένει ζωντανή. Στην Ελλάδα, οι πολίτες αγωνίζονται για να δημιουργήσουν ένα καλύτερο μέλλον για τους εαυτούς τους και τα παιδιά τους.

Σήμερα, οι κάτοικοι της Καλαμαριάς συγκεντρώθηκαν για να διαμαρτυρηθούν για την έλλειψη θέσεων εργασίας και την αύξηση του κόστους ζωής. Οι διαδηλωτές ζητούν από την κυβέρνηση να λάβει μέτρα για να βελτιώσει την οικονομική κατάσταση του πληθυσμού.

Την ίδια στιγμή, οι επιστήμονες εργάζονται για να βρουν λύσεις στην κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή είναι

- Μια άλλη κατηγορία εφαρμογών ΤΝ με τη μορφή chatbots αφορά εφαρμογές που απαιτούν από μαθητές/τριες να συνθέσουν οι ίδιοι ένα κατάλληλο κείμενο ώστε η εφαρμογή στη συνέχεια να το μετατρέψει σε εικόνα, βίντεο ή ήχο.

Για παράδειγμα το Flickfy επιτρέπει τη δημιουργία βίντεο από κείμενο του χρήστη. Το κείμενο μπορεί να είναι και εξαιρετικά σύντομο (π.χ. *είμαι μόνος και δεν ξέρω τι να κάνω* – στα Αγγλικά). Το σύστημα δημιουργεί τότε αυτόματα ένα «σενάριο» (πολύ μεγαλύτερο από την αρχική φράση, σύμφωνα και με τις οδηγίες του ίδιου του χρήστη). Ακολουθώντας μερικές οδηγίες του χρήστη, το σύστημα δημιουργεί αυτόματα ένα βίντεο.

Αντίστοιχα, η DALL-E 2 είναι η βελτιωμένη έκδοση της εφαρμογής της εταιρείας OpenAI (ναι, αυτή που δημιούργησε το ChatGPT), που χρησιμοποιεί Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) για τη δημιουργία εντυπωσιακών ρεαλιστικών εικόνων κατόπιν δικής μας περιγραφής – προτροπής σε φυσική γλώσσα.

Θα μπορούσαμε λοιπόν να ζητήσουμε από τους μαθητές/τριες να δημιουργήσουν την εικονογράφηση μιας ιστορίας ή ένα σχετικό βίντεο. Αντίστροφα, θα μπορούσαμε να τους δείξουμε εικόνες/βίντεο που δημιουργήθηκαν από ΤΝ ώστε να προσπαθήσουν να μαντέψουν την προτροπή βάσει της οποίας δημιουργήθηκαν.

Δραστηριότητα αναγνώρισης «λαθών» συστημάτων Μηχανικής Μάθησης

Υπάρχουν ποικίλες εφαρμογές μάθησης με ΤΝ (βλ. και στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ). Το παράδειγμα της διαδικτυακής υπηρεσίας [Google Translate](#) ίσως είναι από τα πλέον γνωστά. Βασίζεται σε αλγόριθμους μηχανικής μάθησης: ο αλγόριθμος αυτός «εκπαιδεύεται» κάθε φορά σε ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες γλωσσικών δεδομένων και έτσι οι μεταφράσεις που δίνει βελτιώνονται συνεχώς, όσο περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν την υπηρεσία. Η αρχική εκπαίδευση του συγκεκριμένου αλγόριθμου για τις ευρωπαϊκές γλώσσες έγινε σε υπαρκτές παράλληλες μεταφράσεις κειμένων που διέθετε η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Παρότι αυτό το εργαλείο μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε πολλές περιπτώσεις (π.χ. διδασκαλία ξένων γλωσσών, ύπαρξη διγλωσσων μαθητών στην τάξη), θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή καθώς η αυτόματη μετάφραση δεν είναι πάντα αξιόπιστη, ειδικά όταν πρόκειται για μετάφραση σε υπερπροτασιακό επίπεδο. Οι γραμματικές και συντακτικές ιδιαιτερότητες της ελληνικής γλώσσας πολλές φορές οδηγούν σε μεταφράσεις οι οποίες δε βγάζουν συντακτικό νόημα, ενώ πρόβλημα υπάρχει όταν πρόκειται για ιδιωματισμούς ή πολύσημες λέξεις και φράσεις, κάτι που το περιβάλλον δεν μπορεί να αναγνωρίσει. Από την άλλη, η αξιοπιστία των μεταφράσεων αυξάνεται σταδιακά, καθώς εμπλουτίζεται η βάση των γλωσσικών δεδομένων που έχει η εφαρμογή και εκπαιδεύεται ολοένα και καλύτερα ο μεταφραστικός αλγόριθμος μέσω μηχανικής μάθησης, ενώ και οι ίδιοι οι χρήστες μπορούν να συμμετάσχουν στην κοινότητα του Google Translate, ώστε να βοηθήσουν στη διόρθωση λανθασμένων μεταφράσεων ή να γράψουν νέες μεταφράσεις.

Θα μπορούσε μια διδασκαλία να εστιάσει ακριβώς στις ιδιαιτερότητες της αυτόματης μετάφρασης, τοποθετώντας, για παράδειγμα, ένα ελληνικό κείμενο και παρατηρώντας την αγγλική (ή όποια άλλη) μετάφραση ή και αντιστρόφως. Οι μαθητές θα μπορούσαν να εστιάσουν στα είδη των λαθών που κάνει η αυτόματη μετάφραση (π.χ. λανθασμένη επιλογή ερμηνείας, συντακτικά και γραμματικά λάθη κ.λπ.) και να προσπαθήσουν να αιτιολογήσουν τα λάθη αυτά (π.χ. δυσκολία επιλογής της σωστής ερμηνείας, όταν δεν λαμβάνεται υπόψη το περιεχόμενο, γραμματικές και συντακτικές ιδιαιτερότητες της γλώσσας – στόχου κ.λπ.). Οι μαθητές θα μπορούσαν επιπλέον να εμπλακούν στην κοινότητα του Google Translate και με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών ξένων γλωσσών να βοηθήσουν στον εμπλουτισμό της εφαρμογής αυτής.

Μια διδασκαλία θα μπορούσε να εστιάσει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αξιοποίησης του μεταφραστή σε συνδυασμό με τις στρατηγικές αναζήτησης πληροφοριών από το διαδίκτυο. Για παράδειγμα, οι μαθητές θα μπορούσαν να καθοδηγηθούν στη χρήση του μεταφραστή, ακολουθώντας συγκεκριμένα βήματα:

- α) Τοποθετούν το κείμενο που τους ενδιαφέρει στον μεταφραστή σταδιακά, σε σύντομα αποσπάσματα (ανά φράση ή πρόταση ή μεμονωμένες λέξεις, εφόσον γνωρίζουν τη γλώσσα).
- β) Διαβάζουν την αυτόματη μετάφραση, ώστε να κρίνουν εκ πρώτης όψεως αν οι πληροφορίες που δίνονται στο κείμενο είναι χρήσιμες.
- γ) Σε πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένων επεξεργάζονται τα αποτελέσματα της μετάφρασης, χρησιμοποιώντας και άλλα διαδικτυακά ή έντυπα λεξικά, ώστε να δημιουργήσουν ένα πλήρες και συντακτικά ορθό κείμενο.

Η παραπάνω δραστηριότητα περιορίζεται στην αναγνώριση «λαθών» και στη μετέπειτα βελτίωση του αποτελέσματος με «παραδοσιακές» μεθόδους. Ωστόσο, θα μπορούσε να προβλεφθεί και μια άλλου τύπου επέκταση της δραστηριότητας: η βελτίωση (ή η εξαρχής εκπαίδευση) μιας εφαρμογής της TN, δηλαδή η εκπαίδευση του γλωσσικού μοντέλου με δικά μας δεδομένα (βλ. αμέσως παρακάτω).

5.6 Αντιμετώπιση των προκλήσεων που θέτει η TN

Η ραγδαία ανάπτυξη της TN εγείρει ανησυχία για τον αντίκτυπό της στην απασχόληση, στην ασφάλεια καθώς και σε ζητήματα ηθικής όπως (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2021α):

- Ενσωμάτωση προκαταλήψεων (με βάση το φύλο και την εθνότητα, την ηλικία κ.λπ.) στα δεδομένα και κατ' επέκταση στους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης με επακόλουθο της λήψη μεροληπτικών αποφάσεων κατά την πρόσληψη/απόλυση εργαζομένων, τη χορήγηση δανείων κ.ά.
- Προστασία της ιδιωτικής ζωής και των προσωπικών δεδομένων: τεχνολογίες αναγνώρισης προσώπου, ανάλυση προφίλ ατόμου στο Διαδίκτυο,

- Ρεαλιστικά αλλά παραποιημένα πολυμεσικά στοιχεία, π.χ. εικόνες με ρεαλιστικό μοντάζ όπως οι φωτογραφίες στον ιστότοπο <https://thispersondoesnotexist.com/> και στον ιστότοπο <https://www.whichfaceisreal.com/index.php>, βίντεο deepfakes όπως στον σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>, «θάλαμοι αντήχησης» (echo chambers), εμφάνιση περιεχομένου που αντιστοιχεί στις προτιμήσεις του χρήστη κ.ά.
- Αδιαφανή αξιοποίηση δεδομένων διαδικτυακής συμπεριφοράς, π.χ. προσαρμογή προώθησης προϊόντων, πολιτικής εκστρατείας κ.λπ. σύμφωνα με τη διαδικτυακή συμπεριφορά του ατόμου.

Για την αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει κανόνες για την ΤΝ (HLEG AI, 2019b).

Βλ. και στη συνεδρία 11 για μια παρουσίαση των προκλήσεων που παρουσιάζει η ΤΝ για την ψηφιακή πολιτειότητα.

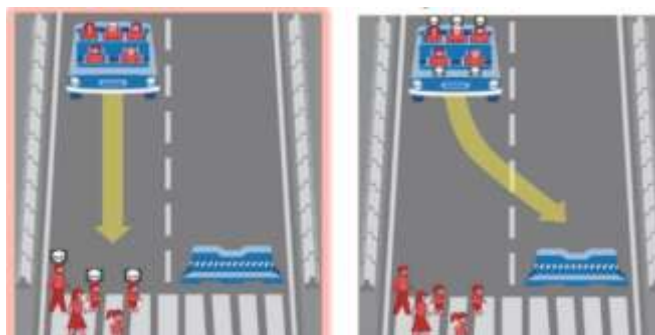
5.7 Παρατηρήσεις και συμπεράσματα

Η εκρηκτική ανάπτυξη των τεχνολογιών ΤΝ και η σπουδαιότητά τους, μας αναγκάζουν να αναρωτηθούμε ποιο ακριβώς είναι το μέλλον των εκπαιδευτικών και της εκπαίδευσης — καθώς η ΤΝ επελαύνει.

Δε μπορούμε φυσικά να έχουμε βεβαιότητες και πραγματικά συμπεράσματα, αλλά απλώς να κάνουμε ορισμένες παρατηρήσεις.

Ίσως η ΤΝ να είναι ένα είδος «μύδας» η οποία με το χρόνο θα χάσει τη λάμψη της και θα υφίσταται μεν, αλλά ως περιθωριοποιημένο σχετικά μέρος του Αναλυτικού Προγράμματος και θα υλοποιείται σε ορισμένα μόνο σχολεία. Αυτή η θέση έχει μάλλον μικρές πιθανότητες να αποδειχθεί ορθή — αλλά είναι ενδεχόμενο αυτό το κύμα ενθουσιασμού για την ΤΝ να μετριαστεί κάπως στο εγγύς μέλλον.

Είναι αξιοπρόσεκτη η ταχύτητα με την οποία τα συστήματα αναπτύσσονται (από τις 117 εκατομμύρια παραμέτρους του GPT-1 το 2017, στα 175 δισεκατομμύρια του GPT-3 το 2020 μεσολαβούν μόλις 3 χρόνια). Το ίδιο εντυπωσιακή είναι και η ταχύτητα με την οποία ο κόσμος χρησιμοποίησε το ChatGPT: 1 εκατομμύριο χρήστες σε λιγότερο από ένα μήνα — ένα απόλυτο ρεκόρ. Αυτό ίσως σημαίνει ότι εισερχόμαστε σε μια εποχή ακόμη περισσότερο επιταχυνόμενων μεταβολών στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούμε — οπότε ένα ερώτημα είναι αν θα έχουμε το χρόνο να τις «αφομοιώσουμε», να τις αντιμετωπίσουμε δηλαδή κριτικά. Ήδη η ΤΝ βάζει επιτακτικά «στο τραπέζι» πολλά ερωτήματα νομικής και ηθικής φύσεως. Ένα από τα πιο διαδεδομένα προβλήματα αυτού του είδους μοντελοποιείται στο ακόλουθο παράδειγμα:



Το μπλε όχημα με τους 5 επιβάτες είναι αυτόνομο (δηλαδή δεν έχει άνθρωπο οδηγό, αλλά κινείται χάρη σε ένα σύστημα ΤΝ). Στην παρούσα χρονική στιγμή έχει δυο επιλογές: αν συνεχίσει ίσια θα χτυπήσει τους πεζούς στη διάβαση με βέβαιο θάνατο ή βαρύ τραυματισμό τουλάχιστον των 3 που

βρίσκονται στην πρώτη γραμμή «πρόσκρουσης». Αν στρίψει αριστερά για να τους αποφύγει, θα προσκρούσει στο μπλε εμπόδιο σε εκείνη τη λωρίδα, προκαλώντας το θάνατο ή τον βαρύ τραυματισμό των επιβατών. Τι πρέπει να πράξει το σύστημα;⁴²

Είναι επίσης σαφές ότι η χρήση συστημάτων TN απαιτεί μια εκπαίδευση του χρήστη η οποία φαίνεται να είναι πολύπλοκη, καθώς εμπλέκει πολλές καινούριες έννοιες — που δε σχετίζονται επί πλέον με το μοντέλο των ως τώρα γνωστών ψηφιακών συστημάτων, που είναι απολύτως ντετερμινιστικά. Με την TN, μια εντελώς άλλη προσέγγιση είναι απαραίτητη και φυσικά ο αυριανός πολίτης που δεν έχει σχέση με το αντικείμενο πιθανότητα να βρεθεί (και πάλι) στη θέση του ψηφιακά μη εγγράμματος. Πρόκειται για ένα είδος, αν δε γίνεται κατάχρηση του όρου, ιδιαίτερου **εγγραμματισμού**.

Ήδη οι πρώτες απόπειρες για τον προσδιορισμό αυτού του εγγραμματισμού, δείχνουν την πολυπλοκότητά του, αφού για τον προσδιορισμό του πρέπει να ληφθούν υπόψη (τουλάχιστον) οι ακόλουθες παράμετροι: ποιες ικανότητες χρειάζονται οι χρήστες για να αλληλεπιδράσουν αποτελεσματικά και να αξιολογήσουν κριτικά την τεχνητή νοημοσύνη και πώς θα σχεδιαστούν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης με επίκεντρο το «μανθάνον υποκείμενο» (μαθητή, ενήλικ) που να ενθαρρύνουν την αυξημένη κατανόηση της τεχνητής νοημοσύνης από τους χρήστες (δες για παράδειγμα, Duri & Magerko, 2020). Πρόσθετα στοιχεία που έχουν να κάνουν επίσης με την εξέλιξη των συστημάτων TN πρέπει να ληφθούν υπόψη. Επίσης σχετικές έρευνες δείχνουν ότι η διαδικασία του εγγραμματισμού στην TN νεαρών μαθητών/τριών, θα αντιμετωπίσει (όπως και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα) τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών/τριών (όπως για παράδειγμα η ταύτιση TN και ρομποτικών συστημάτων κ.ά.).

5.8 Η διεθνής πρακτική

Πολλά κράτη έχουν αποδώσει μεγάλη σημασία στην ενσωμάτωση της TN στη βασική εκπαίδευσή τους: Ευρωπαϊκή Ένωση, ΗΠΑ, Ρωσία, Κίνα, Ιαπωνία, Νότιος Κορέα, Νορβηγία, μεγάλη Βρετανία, Αυστραλία⁴³ – για να αναφέρουμε μερικές μόνο περιπτώσεις – έχουν προσαρμόσει τα σχολικά προγράμματα τους ώστε να συμπεριλάβουν και την TN. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση της Νότιας Κορέας, η οποία έχει δημιουργήσει τα AI Digital Textbooks. Τα AI Digital δεν είναι βιβλία γραμμένα από TN. Πρόκειται για ψηφιακά σχολικά βιβλία που περιέχουν το επίσημο εγκεκριμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, ενισχυμένο με λειτουργίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως προσαρμοστικές ασκήσεις, εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και αναλυτικά στοιχεία προόδου μαθητών. Η TN λειτουργεί ως μηχανισμός υποστήριξης μάθησης και εκπαιδευτικού, όχι ως αντικαταστάτης του βιβλίου ή του δασκάλου. Θα μπορούσαμε να πούμε πως μοιάζουν με τα ελληνικά διαδραστικά βιβλία, ενισχυμένα όμως με λειτουργίες TN.

⁴² Για περαιτέρω μπορεί κανείς να επισκεφθεί την ιστοσελίδα του project The Moral Machine: <https://www.moralmachine.net> (τελευταία επίσκεψη Αύγουστος 2023).

⁴³ Αυστραλία - 11/2023 <https://www.education.gov.au/schooling/resources/australian-framework-generative-artificial-intelligence-ai-schools>
Μεγάλη Βρετανία - 01/2025 <https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education/generative-artificial-intelligence-ai-in-education>
Αμερική: Empowering Education Leaders, *A Toolkit for Safe, Ethical, and Equitable AI Integration, 24-10-2024* - <https://tech.ed.gov/files/2024/10/ED-OET-EdLeaders-AI-Toolkit-10.24.24.pdf>
Νορβηγία, University of Oslo: Πολιτική χρήσης AI - <https://www.uio.no/english/services/ai/>

Ακόμη κράτη, όπως η Κίνα, έχουν ήδη εκδώσει από τον Ιούνιο του 2023 βιβλία για την ΤΝ για όλες τις τάξεις του σχολείου, από το νηπιαγωγείο ως το Λύκειο:



Παρόμοιες προσπάθειες έχουν αναλάβει σχετικοί οργανισμοί και θεσμοί και σε άλλα κράτη (π.χ. ο ISTE στις Η.Π.Α.

Βέβαια, η μέχρι τώρα εμπειρία από τις καινοτομίες που έχουν εισαχθεί στην Εκπαίδευση, μπορούμε να υποθέσουμε ότι για το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα η διαδικασία της ενσωμάτωσης της ΤΝ (με όποια μορφή) θα είναι μια διαδικασία μάλλον αργή και ίσως το τελικό (;) αποτέλεσμα να μην είναι ακριβώς το αναμενόμενο.

5.8.1 Εθνικά έργα για την ανάπτυξη της ΤΝ

Το ελληνικό σύστημα «ΦΑΡΟΣ»

Υπάρχει ένα μεγάλο και φιλόδοξο ελληνικό έργο τεχνητής νοημοσύνης που ονομάζεται «Φάρος (Pharos) AI Factory» και αφορά την ανάπτυξη ενός εθνικού οικοσυστήματος ΤΝ στην Ελλάδα. Δεν πρόκειται για ένα απλό λογισμικό ή chatbot, αλλά για μια υποδομή και πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης μεγάλης κλίμακας με πολλαπλούς σκοπούς και εφαρμογές.

Ο «Φάρος AI Factory» είναι μια πρωτοβουλία που δημιουργεί εργοστάσιο τεχνητής νοημοσύνης — δηλαδή έναν κόμβο με υποδομές, δεδομένα, εργαλεία και υπολογιστική ισχύ για ΤΝ.

Στόχος του είναι να επιταχύνει την καινοτομία στην ΤΝ, να υποστηρίξει την έρευνα, τις επιχειρήσεις, τις νεοφυείς εταιρείες και τον δημόσιο τομέα. Θα γίνει στρατηγικός κόμβος ΤΝ στην Ελλάδα και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος AI Factories.

Θα βασίζεται σε υψηλής απόδοσης υπολογιστική υποδομή — κυρίως στον ελληνικό υπερυπολογιστή «Δαίδαλος», έναν εθνικό υπερυπολογιστή που αναπτύσσεται στο τεχνολογικό

Πάρκο Λαυρίου και θα παρέχει τους υπολογιστικούς πόρους για εκπαίδευση και ανάπτυξη μεγάλων μοντέλων ΤΝ. Το έργο έχει ξεκινήσει να υλοποιείται και αναμένεται να λειτουργήσει στη διάρκεια του 2026, με την πλήρη αξιοποίηση των υποδομών του στο Λαύριο. Έχει επιλεγεί ως ένα από τα πρώτα 13 «AI Factories» στην Ευρώπη, γεγονός που δείχνει τη μεγάλη σημασία του σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στόχος είναι να δοθούν στους χρήστες — πανεπιστήμια, ερευνητές, startups και ΜΜΕ — εργαλεία και υποστήριξη για να δημιουργούν εφαρμογές ΤΝ. Θα καλύψει τομείς, όπως: Υγεία, Πολιτισμός και Ελληνική γλώσσα, Βιωσιμότητα και περιβάλλον

(οι παραπάνω πληροφορίες προέρχονται από το Διαδίκτυο και συστήματα ΤΝ στα οποία τέθηκε το σχετικό ερώτημα).

Η περίπτωση του Ινστιτούτου Επεξεργασίας Λόγου και οι σύγχρονες ελληνικές διάλεκτοι

Σε διάφορα Πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα της Ελλάδας, αναπτύσσονται ερευνητικά προγράμματα για την ΤΝ ή σε σχέση με την ΤΝ. Αναφέρουμε εδώ ενδεικτικά το project του Ινστιτούτου Επεξεργασίας Λόγου (ΙΕΛ) για τις σύγχρονες ελληνικές διαλέκτους (όπως Πομάκικα - σλαβική γλωσσική οικογένεια - τα Αρβανίτικα και τα Αλβανικά Γκεγκ). Η ερευνητική μονάδα ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ, του ΙΕΛ αναπτύσσει για αυτές τις γλωσσικές διαλέκτους, μεθόδους και εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης και Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας.

Στο πλαίσιο αυτό αναπτύσσεται ένα (το δεύτερο) σημαντικό γλωσσικό μοντέλο Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ελλάδα, με την ονομασία **Llama-Krikri**, που είναι βασισμένο στο ανοιχτού κώδικα Llama 3.1 της Meta. Το νέο μοντέλο διαδέχεται το **Meltemi**, προσφέροντας σημαντικά βελτιωμένες δυνατότητες στην κατανόηση και τη δημιουργία ελληνικού κειμένου. Με βελτιωμένη μνήμη και βελτιωμένη συλλογιστική, μπορεί να χειριστεί μεγαλύτερες σε διάρκεια συζητήσεις, να υποστηρίξει τα Αρχαία Ελληνικά και να παρέχει πιο ακριβείς απαντήσεις. Το Llama-Krikri είναι διαθέσιμο ελεύθερα, επιτρέποντας σε ερευνητές, επιχειρήσεις και ακαδημαϊκά ιδρύματα να το προσαρμόσουν στις ανάγκες τους—χωρίς το υψηλό κόστος και τους περιορισμούς των εμπορικών μοντέλων.

Αξίζει να δείτε:

1 - ΙΕΛ. ΤΝ για τις διαλέκτους της Νέας Ελληνικής και τις γλωσσικές ποικιλίες που ομιλούνται στην Ελλάδα – διαθέσιμο εδώ <https://www.ilsp.gr/advancingaimoderngreekdialects/> [Τελευταία επίσκεψη 16/2/2026]

2 - <https://www.athenarc.gr/en/news/llama-krikri-new-greek-ai-language-model-featured-kathimerini>

6. Τρισδιάστατη (3D) Εκτύπωση

Σε πολλά επαγγέλματα χρησιμοποιούν 3D τεχνολογίες, από αυτό του σχεδιαστή προϊόντων μέχρι του Μηχανικού, ακόμα και στην έρευνα. Μέσα από την εκμάθηση λογισμικού σχεδίασης και σε συνδυασμό με την τρισδιάστατη εκτύπωση, οι μαθητές, ανάλογα με την ηλικία και τον προσανατολισμό τους, μπορούν να οδηγηθούν στον σχεδιασμό αντικειμένων επιδεικνύοντας δημιουργικότητα. Μαθαίνουν να επιλύουν αυθεντικά προβλήματα στα πλαίσια σχεδιαστικών περιβαλλόντων που προσομοιάζουν στην πραγματικότητα — οι μαθητές σχεδιάζουν ένα αντικείμενο και το κατασκευάζουν χρησιμοποιώντας έναν 3D εκτυπωτή (3D printer).

Για παράδειγμα, το λογισμικό Tinkercad έχει αξιοποιηθεί από σχολεία για την παραγωγή χρηστικών αντικειμένων προσαρμοσμένων σε συγκεκριμένες προδιαγραφές και απαιτήσεις, όπως οι βάσεις για φωτοβολταϊκά συστήματα ή οι τεντωτήρες για ασπίδες προσώπου την εποχή της πανδημίας COVID-19.

Ενδεικτικά αναφέρονται στη συνέχεια εφαρμογές που θα μπορούσε να έχει η τρισδιάστατη εκτύπωση στην Επαγγελματική εκπαίδευση (και όχι μόνο).

Ειδικότητα/ Δράση	Εφαρμογές
Πολιτικοί Μηχανικοί	Τρισδιάστατη εκτύπωση της 'κάτοψης' ενός κτιρίου με ειδικής σύνθεσης κονιάματα. Υπάρχουν διαθέσιμα αρκετά stl αρχεία κτηρίων. Εκτυπώσεις επιμέρους αντικειμένων π.χ. καρέκλας, τραπέζιου.
Τεχνικός Σχεδιασμός	Εκτύπωση αντικειμένων: αλυσίδες με κρίκους, πριτσίνια, άξονες, δοκοί και σωλήνες.
Μηχανολόγοι Μηχανικοί	Εκτύπωση μερών μηχανισμών όπως κοχλίες ή οδοντωτοί τροχοί που συναρμολογούμενοι θα μπορούσαν να προσομοιάσουν την αληθινή λειτουργία ενός μηχανισμού.
Επιστήμες υγείας	Τρισδιάστατη εκτύπωση για κατασκευή σωματικών τμημάτων κλπ.

7. Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things, IoT)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων ή Ίντερνετ των πραγμάτων αποτελεί ένα δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, ακόμη και οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικείμενο που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών αυτών (πηγή: [wikipedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things))

Με μια ευρύτερη προσέγγιση, μπορούν στο IoT να «συμμετέχουν» και ζώντες οργανισμοί, φυτά, ζώα ή άτομα που διαθέτουν μοναδικά αναγνωριστικά (UID) και τη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου, χωρίς να απαιτείται άμεση αλληλεπίδραση ανθρώπου προς άνθρωπο ή ανθρώπου με υπολογιστή.⁴⁴

Δηλαδή ως «οντότητα» ή «πράγμα» μπορεί να θεωρείται, για παράδειγμα, ένα άτομο με εμφύτευμα παρακολούθησης καρδιάς, ένα ζώο φάρμας με αναμεταδότη biochip, ένα αυτοκίνητο που έχει ενσωματωμένους αισθητήρες για να ειδοποιεί τον οδηγό όταν η πίεση των ελαστικών είναι χαμηλή, συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής τιμών διαφόρων μεταβλητών που είναι υπό παρακολούθηση, καθώς και ροές δεδομένων από κόμβους του Διαδικτύου προς άλλους, ή, γενικότερα, οποιοδήποτε φυσικό ή ανθρωπογενές αντικείμενο στο οποίο μπορεί να εκχωρηθεί μια διεύθυνση Πρωτοκόλλου Διαδικτύου (IP) και μπορεί να μεταφέρει δεδομένα μέσω δικτύου — όλα αυτά συνιστούν ενεργά στοιχεία του IoT.

Στοιχεία τέτοιων δικτυωμένων συσκευών υπάρχουν ήδη και στην ελληνική αγορά εδώ και καιρό: κάμερες που επισκοπούν ένα συγκεκριμένο χώρο (π.χ. μια κατοικία) και μπορούν να ρυθμιστούν ή να προγραμματιστούν, συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ρομποτικές σκούπες αποτελούν πλέον μέρος αυτού του νέου Διαδικτύου των πραγμάτων και ρυθμίζονται από

⁴⁴ <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>

απόσταση με εφαρμογές μέσω κινητών τηλεφώνων. Η Google έχει εξάλλου εδώ και κάποια χρόνια εξαγγείλει συσκευές με «νοημοσύνη»: για παράδειγμα θερμοστάτες οι οποίοι παρακολουθούν το σύστημα θέρμανσης της κατοικίας σας (αφή-σβέση, διάρκεια κ.λπ.) και μετά από μια περίοδο «εκμάθησης» αναλαμβάνουν να διαχειρίζονται τη θέρμανση για λογαριασμό σας. Ο κατάλογος είναι πραγματικά ανεξάντλητος: ο επόμενος στόχος φαίνεται να είναι οι εφαρμογές σε κάθε είδους συσκευή (από το αυτοκίνητο ως την ηλεκτρική σας κουζίνα), όπως το «έξυπνο» ψυγείο που σας ειδοποιεί ποια τρόφιμα έχουν «λήξει», ποια τρόφιμα πρέπει να αγοραστούν σύντομα (λαμβάνοντας υπόψη τις διατροφικές συνήθειες κ.λπ.).

Τα οφέλη λοιπόν από μια τέτοια οργάνωση των «πραγμάτων» (με τη γενική έννοια του όρου) είναι φυσικά πολύ σημαντικά — αλλά εξίσου σημαντικά και πολύπλοκα είναι τα προβλήματα τα οποία πρέπει να επιλυθούν.

Κατ' αρχάς στο νέο αυτό απέραντο ψηφιακό οικοσύστημα θα κυκλοφορεί πολλαπλάσιος όγκος πληροφοριών και προφανώς θα υπάρχει μια διαρκής, ισχυρή αυξητική τάση. Από καθαρά τεχνική άποψη, η διαχείριση αυτού του απίστευτου υπερ-δικτύου θα απαιτήσει την αύξηση και τον ανασχεδιασμό των υφιστάμενων υποδομών και τη σχεδίαση νέων συστημάτων διαχείρισης (αποθήκευσης, μεταφοράς, αναζήτησης) πληροφοριών. Έτσι φαίνεται να ενισχύεται η άποψη ορισμένων κοινωνιολόγων και ανθρωπολόγων πως οδεύουμε σε μια μεταβιομηχανική εποχή που δίνει περισσότερη έμφαση στις πληροφορίες και τις υπηρεσίες και πολύ λιγότερη στην απλή κατανάλωση και χρήση αγαθών (Greengard, 2015). Εξάλλου:

καθώς διαμορφώνονται πιο εξελιγμένοι αισθητήρες, μικροσίπ και δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων, αυξάνεται η ικανότητα παρατήρησης περιβαλλόντων και κατανόησης πολύπλοκων σχέσεων. Αυτές οι συσκευές -που κυμαίνονται από βασικά συστήματα παρακολούθησης και ροές δεδομένων έως πολύπλοκες συσκευές βιοαισθητήρα που υπάρχουν μέσα σε σώματα, σωλήνες, ρωγμές και διαφορετικές τοποθεσίες που είναι αδύνατο να προσεγγιστούν - επαναπροσδιορίζουν δραματικά τον τρόπο με τον οποίο οι μηχανές αλληλεπιδρούν με τον κόσμο γύρω μας και πώς οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (ibid, σελ. 111).

Ο όγκος αυτών των πληροφοριών προσφέρεται για (εμπορική) εκμετάλλευση χωρίς όμως προφανείς τρόπους προστασίας του πολίτη από τους κινδύνους που είναι πολλαπλοί (παραβίαση ιδιωτικότητας σε πολλά επίπεδα). Το σύνολο των μαζικών δεδομένων (Big Data) που θα παραχθούν εξάλλου, θα αποτελέσει μια ανεκτίμητης αξίας πρώτη ύλη για διάφορες εταιρείες που θα «ανασκάψουν» αυτά τα δεδομένα (data mining) σε αναζήτηση πληροφοριών, χωρίς βέβαια και πάλι τη συναίνεση των πολιτών και χωρίς καμιά ανταπόδοση για την πολύτιμη αυτή «πρώτη ύλη» που προσφέρουν.

8. Περιβάλλουσα Νοημοσύνη και πανταχού παρούσα Νοημοσύνη

(Ambient Intelligence – Ubiquitous Intelligence)

Με τον όρο *περιβάλλουσα νοημοσύνη* νοείται ένα σύστημα διασυνδεδεμένων συσκευών των οποίων η λειτουργία βασίζεται σε *διάχυτο υπολογισμό (pervasive)*, σε έναν *πανταχού παρόντα υπολογισμό*. Πρόκειται, κατά κάποιο τρόπο για ένα IoT ανωτέρου επιπέδου στο οποίο οι συσκευές είναι ενσωματωμένες στο περιβάλλον και δε γίνονται αντιληπτές από το χρήστη.

Έτσι έχουμε πρώτα την ενσωμάτωση (embedding) των συσκευών που προσδιορίζει την ικανότητα της τεχνολογίας να συνυπάρχει με τον χρήστη, χωρίς να τον ενοχλεί. Στη συνέχεια έχουμε το πλαίσιο ευαισθητοποίησης της συσκευής (context-awareness). Μια έξυπνη συσκευή θα πρέπει να είναι ικανή να αντιστοιχίσει τις ειδικές ανάγκες του χρήστη με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Για να γίνει πραγματοποιηθεί το παραπάνω, είναι απαραίτητη η δυνατότητα εξατομίκευσης (personalization) της συσκευής στις ατομικές ανάγκες του καθενός. Πέραν της εξατομίκευσης, ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι ικανός να προσαρμόζεται (adaption) στις μεταβολές της κατάστασης του χρήστη. Τέλος, σημαντικό για ένα έξυπνο περιβάλλον είναι να μπορεί να προβλέπει καταστάσεις (anticipation) (προσαρμογή από Jan Gerrit et als, 2015).

Όπως γίνεται αντιληπτό, οι εφαρμογές της περιβάλλουσας νοημοσύνης μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικές σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση παρακολούθησης της υγείας των χρηστών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ (9η συνεδρία)

Προκατασκευασμένα ρομπότ εδάφους

Τα προγραμματιζόμενα ρομπότ εδάφους, είναι προκατασκευασμένα αυτοκινούμενα ρομπότ, τα οποία κινούνται στο δάπεδο. Πρόκειται για ρομπότ, τα οποία προγραμματίζονται από το χρήστη για να εκτελέσουν κάποια κίνηση ή διαδρομή στο χώρο (Misirli & Komis, 2014). Ο χρήστης σχεδιάζει και καθορίζει το σύνολο των εντολών που εισάγονται στο ρομπότ, κατά περίπτωση, χρησιμοποιώντας τις εντολές μιας γλώσσας, η οποία, συνήθως, αποτελεί υποσύνολο της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Πρόκειται για έτοιμα ρομπότ που διαθέτουν απλή διεπιφάνεια με πλήκτρα, τα οποία αναπαριστούν βασικές εντολές κίνησης (Προχώρα Μπροστά, Προχώρα Πίσω, Στρίψε Αριστερά, Στρίψε Δεξιά) και επιτρέπουν απτικό προγραμματισμό (tangible programming), γεγονός που καθιστά τη χρήση τους εύκολη ακόμα και από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες προγραμματιζόμενων ρομπότ εδάφους, τα οποία είναι κυρίως χρήσιμα για την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία:

**Εικόνα 1**

Κιτ κατασκευαστικής ρομποτικής

Στην κατασκευαστική ρομποτική το ρομπότ δεν είναι προκατασκευασμένο αλλά το δημιουργούν οι μαθητές. Κατά συνέπεια, μπορεί να μην κινείται στον χώρο αλλά να επιτελεί άλλες λειτουργίες οι οποίες να είναι προσαρμοσμένες στα ενδιαφέροντα των μαθητών (Εικόνα 3). Τα πιο διαδεδομένα πακέτα κατασκευαστικής ρομποτικής είναι τα πακέτα Lego (<https://education.lego.com/en-us/>, τελευταία επίσκεψη Ιούλιος 2023).

Τα *περιβάλλοντα κατασκευαστικής Ρομποτικής*, τα οποία αποτελούνται συνήθως από ένα Kit LEGO (πολύχρωμα συναρμολογήσιμα πλαστικά τούβλα), έναν ελεγκτή και ένα σύνολο αισθητήρων, παρέχουν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον εισαγωγής σε έννοιες από ποικίλες γνωστικές περιοχές όπως κίνηση στον χώρο, αισθητήρες που λειτουργούν ως είσοδοι ή και έξοδοι πληροφορίας, μηχανική κατασκευή, αυτοματοποιημένες ενέργειες, υλοποίηση αλγορίθμων, κλπ. Πολλές σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι η μάθηση με ρομπότ παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αποκτήσουν γνώση περιεχομένου σε πολλά γνωστικά αντικείμενα (εκτός της ρομποτικής και της πληροφορικής), όπως στη φυσική, τη βιολογία, τη γεωγραφία, τα μαθηματικά, την ηλεκτρονική και τη μηχανολογία.



Εικόνα 2. Οι προτεινόμενες δραστηριότητες του Πακέτου Lego WeDo (1^η έκδοση)



Εικόνα 3. Προγραμματισμός του WeDo 2.0 με το λογισμικό της Lego και το Scratch

Κοινωνικά ρομπότ



Εικόνα 4. Ανθρωποειδή ρομπότ στην εκπαίδευση

Τα **ανθρωπομορφικού τύπου ρομποτικά συστήματα**, τα οποία έχουν συνήθως μορφή και λειτουργίες έμβιου όντος και συχνά αποκαλούνται ανθρωποειδή (humanoids), ονομάζονται **κοινωνικά ρομπότ** (social robots) και **ρομπότ – συνοδοί** (companion robots) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης με συγκεκριμένους κατά περίπτωση παιδαγωγικούς στόχους, τόσο γνωστικούς όσο και κοινωνικούς και συναισθηματικούς.

Τα κοινωνικά ρομπότ εστιάζουν στην ομοιότητα του ρομπότ με τον άνθρωπο, έτσι δεν κινούνται με τροχούς (στις περισσότερες περιπτώσεις) αλλά με πόδια και μπορούν να μιλήσουν με τεχνητή ομιλία ή να υπακούν σε φωνητικές εντολές.

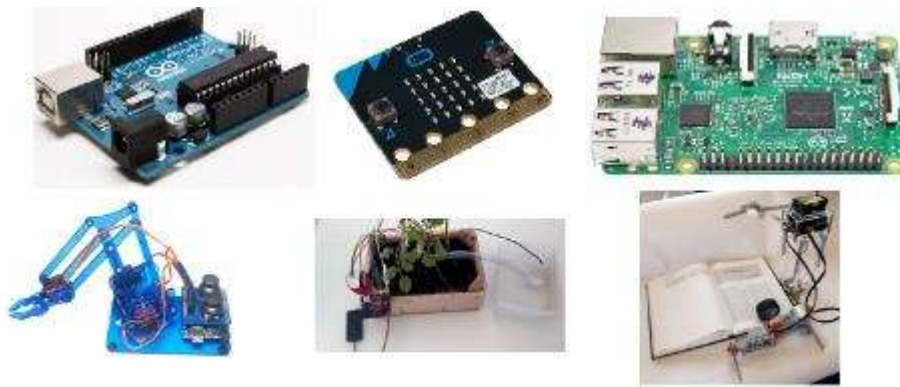
Τα πιο διαδεδομένα ανθρωποειδή στην εκπαίδευση είναι:

- Το Nao (αναγνώριση φωνητικών εντολών, συνθετική ομιλία, κίνηση, προγραμματισμός με Python).
- Το Aisoy (αναγνώριση φωνητικών εντολών, συνθετική ομιλία, κίνηση, προγραμματισμός με Scratch).
- Το Poppy project (ανοικτού κώδικα, κίνηση, προγραμματισμός με Snap! ή Python).

Λόγω των χαρακτηριστικών τους χρησιμοποιούνται για την εκμάθηση ξένων γλωσσών (Chang et al., 2010) και για τη συναισθηματική βοήθεια που μπορεί να προσφέρουν σε παιδιά με αυτισμό (Robins et al., 2005) ή προβλήματα κοινωνικοποίησης.

Κιτ με μικροεπεξεργαστές υπολογιστές – πλακέτες

Τα ηλεκτρονικά έγιναν προσίτα σε περισσότερους ανθρώπους λόγω του συνεχώς μειούμενου κόστους τους, ωστόσο και ο προγραμματισμός τους σταμάτησε να αποτελεί προνόμιο λίγων και ένα μεγαλύτερο κοινό μπορούσε να τα προγραμματίσει όπως, φοιτητές και μαθητές όλων των κατευθύνσεων, χομπίστες, καλλιτέχνες κ.α. Σταθμό σε αυτή τη μετάβαση αποτέλεσε η ανάπτυξη του Arduino μιας ολοκληρωμένης πρότασης για τον προγραμματισμό ηλεκτρονικών που περιλαμβάνει α) μια πλακέτα μικροεπεξεργαστή με δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων και κινητήρων και β) το περιβάλλον προγραμματισμού της με μια γλώσσα προγραμματισμού που υλοποιήθηκε για τον σκοπό αυτό.



Εικόνα 5. Έργα με Arduino, Microbit και Raspberry Pi