



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ & ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ
ΜΟΝΑΔΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΟΥ ΜΕΛΛΟΝΤΟΣ: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ
ΕΞΥΠΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΙoT ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ**

της

ΤΖΟΥΛΙΑΣ ΣΕΒΑΣΛΙΔΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής

Γεώργιος Μπάμνιος

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
ειδίκευσης στη διοίκηση & οργάνωση εκπαιδευτικών μονάδων

Θεσσαλονίκη, Αύγουστος 2020



Η παρούσα Διπλωματική Εργασία καλύπτεται στο σύνολό της νομικά από δημόσια άδεια πνευματικών δικαιωμάτων Creative Commons:

Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή



Μπορείτε να:

- Μοιραστείτε: αντιγράψετε και αναδιανέμετε το παρόν υλικό με κάθε μέσο και τρόπο
- Προσαρμόστε: αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο παρόν υλικό

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά Δημιουργού: Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό, με σύνδεσμο της άδειας, και με αναφορά αν έχουν γίνει αλλαγές. Μπορείτε να το κάνετε αυτό με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, αλλά όχι με τρόπο που να υπονοεί ότι ο δημιουργός αποδέχεται το έργο σας ή τη χρήση που εσείς κάνετε.
- Μη Εμπορική Χρήση: Δε μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το υλικό για εμπορικούς σκοπούς.
- Παρόμοια Διανομή: Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο παρόν υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια Creative Commons όπως και το πρωτότυπο.

Αναλυτικές πληροφορίες νομικού κώδικα στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Υπεύθυνη Δήλωση

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στη Διοίκηση & Οργάνωση Εκπαιδευτικών Μονάδων του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αποτελεί έργο αποκλειστικά δικής μου δημιουργίας, έρευνας, μελέτης και συγγραφής.
- Για τη συγγραφή της Διπλωματικής μου Εργασίας δεν χρησιμοποίησα ολόκληρο ή μέρος έργου άλλου δημιουργού ή τις ιδέες και αντιλήψεις άλλου δημιουργού χωρίς να γίνεται σαφής αναφορά στην πηγή προέλευσης (βιβλίο, άρθρο από επιστημονικό περιοδικό, ιστοσελίδα κλπ.).

Θεσσαλονίκη, 26 Αυγούστου 2020

Η Δηλούσα: Τζούλια Σεβασλίδου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) είναι ο επιστημονικός όρος που εκφράζει εκείνα τα υπολογιστικά συστήματα, τα οποία έχουν δυνατότητες «ανθρώπινης νοημοσύνης». Συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα με στόχο την επίτευξη ευφυούς συμπεριφοράς, η οποία περιλαμβάνει τη μάθηση, τη συλλογιστική και τη λήψη αποφάσεων. Ταυτόχρονα η συλλογή των παραπάνω δεδομένων σχετίζεται και με μία άλλη αναδύομενη τεχνολογία, αυτήν του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT). Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο δίκτυο μιας ποικιλίας διαφορετικών «συνδεδεμένων πραγμάτων».

Η τεχνολογίες που χρησιμοποιούν την Τεχνητή Νοημοσύνη έχουν ενσωματωθεί σε ένα ευρύ φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, μεταξύ αυτών και της Εκπαίδευσης. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education – AIED) είναι εκείνος ο επιστημονικός τομέας που εστιάζει σε συστήματα διδασκαλίας και μάθησης που είναι «ευφυή», δηλαδή που δεν παρέχουν στείρα γνώση, αλλά προσαρμόζονται στις ατομικές ανάγκες, δυνατότητες και συμπεριφορές του εκάστοτε εκπαιδευομένου. Επιπλέον, η χρήση του IoT στην εκπαίδευση φέρνει νέες ευκαιρίες και δυνατότητες βελτίωσης, τόσο της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης, όσο και της υποδομής των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι να εντοπίσουμε τις υπάρχουσες τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης και του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση, να διερευνήσουμε τα οφέλη, καθώς και τους κινδύνους που προκύπτουν από την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και τους τρόπους συνεισφοράς τους στο μέλλον της εκπαίδευσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός της εργασίας, αυτή χωρίστηκε σε τρεις θεματικούς άξονες: α) Σε βάθος βιβλιογραφική έρευνα και ανάλυση του επιστημονικού πεδίου «Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση» β) Σε βάθος βιβλιογραφική έρευνα και ανάλυση του επιστημονικού πεδίου «Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση» γ) Μελέτη, πιλοτική χρήση και ανάλυση των αποτελεσμάτων χρήσης υπάρχοντος εργαλείου που ενσωματώνει τεχνολογία Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση.

Παγκοσμίως, η έρευνα σε συστήματα μάθησης και διδασκαλίας που εμπεριέχουν τεχνολογίες AI είναι σε πλήρη εξέλιξη, καθώς διαφαίνονται πολλά πλεονεκτήματα στη

χρήση τους, σε σχέση με τα παραδοσιακά μοντέλα μάθησης και τα μαθησιακά αποτελέσματα. Όμως, με τη χρήση της AIED υπάρχει η ανησυχητική δυνατότητα να έχουμε μια επιφανειακή προσέγγιση, όπου η διδασκαλία αντικαθίσταται με αυτοματοποιημένες λύσεις. Ισορροπώντας πάνω στην λεπτή και ευαίσθητη γραμμή μεταξύ των ωφελειών που προσφέρει η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και των αρνητικών της ηθικών και πρακτικών διλημμάτων και αντικτύπων, θα πρέπει οι ερευνητές της AIED να εστιάσουν με προσοχή στην ανθρωποκεντρική και παιδαγωγική χρήση της στην εκπαίδευση.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is the scientific term that refers to those computer systems that have "human intelligence" capabilities. They collect and process data aiming the achievement of intelligent behavior, which includes learning, reasoning and decision making. At the same time, the collection of the above data is related to another emerging technology, that of the Internet of Things (Internet of Things - IoT). The Internet of Things is a fast growing network of a variety of different "connected things".

Technologies that use Artificial Intelligence have been integrated into a wide range of human activities, including Education. Artificial Intelligence in Education (AIED) is the scientific field that focuses on teaching and learning systems that are "intelligent", systems that do not provide sterile knowledge, but are adapted to the individual needs, capabilities and behaviors of each learner. In addition, the use of IoT in education brings new opportunities and possibilities for improvement of both the teaching-learning process and the infrastructure of the educational institutions.

The purpose of the master thesis is to identify the existing technologies of Artificial Intelligence and the Internet of Things in Education, to explore the benefits and risks arising from their integration into the educational process and ways to contribute to the future of education.

In order to achieve the purpose of this work, it was divided into three thematic axes: a) In-depth bibliographic research and analysis of the scientific field "Artificial Intelligence in Education" b) In-depth bibliographic research and analysis of the scientific field "Internet of Things in Education" c) Experimentation and analysis of the results of the use of an existing tool that incorporates Artificial Intelligence technology in Education.

Globally, research into learning and teaching systems involving AI technologies is in full development, providing many advantages over traditional learning models and learning outcomes. However, the use of AIED gives a worrying possibility of having a superficial and shallow approach, where teaching is replaced by automated solutions. Balancing the fine and sensitive line between the benefits of artificial intelligence technology in education and its negative ethical and practical dilemmas and impacts, AIED researchers should focus on its anthropocentric and pedagogical use in education.

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|---|----|
| Πίνακας Εικόνων και Πινάκων..... | 12 |
| Εισαγωγή | 15 |
| Κεφάλαιο 1 - Ποιες είναι οι εφαρμογές της AI στην καθημερινότητά μας; | 19 |
| Κεφάλαιο 2 - Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) | 25 |
| Κεφάλαιο 3 - Οι ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση..... | 27 |
| Κεφάλαιο 4 - Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education - AIED);..... | 29 |
| Κεφάλαιο 5 - Μοντέλο έρευνας..... | 31 |
| Κεφάλαιο 6 - Που βρίσκεται η AIED σήμερα;..... | 35 |
| Κεφάλαιο 7 - Εργαλεία AIED | 39 |
| 7.1 - ITS – Personal Tutors – Χρησιμοποιώντας τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας με σκοπό την κατάλληλη ανατροφοδότηση (Personal Feedback)..... | 40 |
| 7.2 – Assessment - Η Αξιολόγηση ως μέσο παρακολούθησης της επίδοσης των μαθητών | 48 |
| 7.3 - Ευφυής υποστήριξη για συνεργατική μάθηση | 50 |
| 7.4 - Εκπαιδευτικά Ρομπότ | 52 |
| 7.5 - Ευφυής Εικονική Πραγματικότητα | 54 |
| 7.6 - MOOCs..... | 56 |
| Κεφάλαιο 8 - Η AIED στο μέλλον | 59 |
| 8.1 - Ατομική και εξατομικευμένη μάθηση..... | 62 |
| 8.2 – Ευφυής αξιολόγηση | 64 |
| 8.3 - Ενίσχυση των μαθησιακών κινήτρων των μαθητών | 66 |
| 8.4 - Ακούραστους και υπομονετικούς εικονικούς εκπαιδευτικούς..... | 66 |
| 8.5 – Η AIED θα επαυξήσει το φυσικό μας τοπίο..... | 67 |
| 8.6 – Η AIED θα συνδεθεί στο Διαδίκτυο των πραγμάτων..... | 68 |
| 8.7 - Διαμεσολαβητικό περιβάλλον διδασκαλίας για τον συνολικό έλεγχο της διάθεσης των μαθητών..... | 68 |

| | |
|---|----|
| 8.8 - Διασχολική και διακρατική εκπαίδευση..... | 69 |
| 8.9 - Αντιμετώπιση των διαφορετικών επιδόσεων μεταξύ των μαθητών..... | 70 |
| Κεφάλαιο 9 - Ποιοι κίνδυνοι συνυπάρχουν με την τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης;..... | 71 |
| 9.1 - Μοναδικότητα | 71 |
| 9.2 - Θέσεις εργασίας και Οικονομία | 72 |
| 9.3 - Αστοχία Λογισμικού | 73 |
| Κεφάλαιο 10 - Κίνδυνοι στην Εκπαίδευση | 75 |
| 10.1 - Διαμοιρασμός Δεδομένων – Προσωπικά Δεδομένα | 75 |
| 10.2 - Κατασκοπεία | 75 |
| 10.3 - Αντικατάσταση των εκπαιδευτικών | 76 |
| 10.4 - Έρευνες με θέμα την «αντικατάσταση των εκπαιδευτικών από τεχνολογικά προϊόντα»..... | 76 |
| Κεφάλαιο 11–Διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things – IoT | 79 |
| 11.1 - IoT στην Εκπαίδευση | 82 |
| 11.2 - Έξυπνο περιβάλλον βασισμένο σε IoT | 84 |
| 11.3 - Έξυπνα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα βασισμένα στο IoT | 84 |
| 11.4 - Έξυπνη τάξη βασισμένη σε IoT | 86 |
| 11.5 - Έξυπνο εργαστήριο βασισμένο σε IoT..... | 88 |
| 11.6 - Προκλήσεις στην ενσωμάτωση του IoT στην Εκπαίδευση..... | 89 |
| 11.6.1 - Ασφάλεια και απόρρητο | 90 |
| 11.6.2 - Αξιοπιστη σύνδεση WiFi | 90 |
| 11.6.3 - Διοίκηση | 90 |
| 11.6.4 - Κόστος..... | 90 |
| 11.7 - Αντίκτυπος του IoT στη μελλοντική εκπαίδευση | 90 |
| Κεφάλαιο 12 – Μελέτη, Ανάλυση και Πιλοτική χρήση του Προσαρμοστικού Εκπαιδευτικού Συστήματος ALEKS | 93 |
| 12.1 – Η θεωρία και η τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης του ALEKS..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| 12.2 - Εντοπισμός της τρέχουσας κατάστασης γνώσης κάθε μαθητή | 94 |
| 12.3 – Εξατομικευμένη αξιολόγηση | 96 |
| 12.4 – Προσαρμοστική Μάθηση στο ALEKS..... | 98 |
| 12.5 – Ο κύκλος αξιολόγησης και μάθησης του ALEKS..... | 101 |
| 12.6 – Πως λειτουργεί το ALEKS | 101 |
| 12.7 – Προσαρμογή του ALEKS στον εκάστοτε χρήστη – Πείραμα..... | 110 |
| 12.8 – Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα του ALEKS;..... | 112 |
| Κεφάλαιο 13 – Συμπεράσματα | 113 |
| Βιβλιογραφία | 119 |

Πίνακας Εικόνων και Πινάκων

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 1: Ορισμός της AIED. | 29 |
| Εικόνα 2: Παράγοντες που διαμορφώνουν τα εργαλεία AIED. | 32 |
| Εικόνα 3: Τα εργαλεία ανάλυσης σε συνδυασμό με την AI διαμορφώνουν την μαθησιακή εμπειρία | 65 |
| Εικόνα 4: Internet of Everything (ΠηγήCisco)..... | 80 |
| Εικόνα 5: Πέντε προβλέψεις για το IoT για το 2025 (Gul et al. 2017). | 81 |
| Εικόνα 6: Έξυπνο campus και οι εφαρμογές του (Villegas-Ch, Palacios-Pacheco, and Luján-Mora 2019)..... | 85 |
| Εικόνα 7: Έξυπνη τάξη (https://www.aver.com/AVerExpert/7-edtech-tools-every-smart-classroom-needs). | 87 |
| Εικόνα 8: Καταστάσεις Γνώσης 5 θεματικών πεδίων - a,c,i,g,h. | 95 |
| Εικόνα 9: Γνωσιακός χώρος 10 θεμάτων. | 96 |
| Εικόνα 10: Διαμόρφωση του γνωσιακού γράφου του μαθητή, ανάλογα με τις απαντήσεις του..... | 98 |
| Εικόνα 11: Γράφημα πίτας που αναπαριστά τα θέματα που έχουν κατακτηθεί και αυτών που υπολείπονται. | 99 |
| Εικόνα 12: Μαθησιακή Ακολουθία..... | 100 |
| Εικόνα 13: Οι απαντήσεις υπολογίζονται με χαρτί και μολύβι (ΔΕΝ είναι πολλαπλής επιλογής)..... | 102 |
| Εικόνα 14: Ερώτηση 6..... | 103 |
| Εικόνα 15: Ερώτηση 7..... | 103 |
| Εικόνα 16: Ερώτηση 19..... | 104 |
| Εικόνα 17: Ερώτηση 20 – Τέλος Αρχικής Αξιολόγησης..... | 104 |
| Εικόνα 18: Τα αποτελέσματα της αρχικής αξιολόγησης..... | 105 |
| Εικόνα 19: Παρουσίαση των γνώσεων του μαθητή με γράφημα..... | 106 |
| Εικόνα 20. Θέματα "έτοιμος να μάθει". | 106 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 21: Παρέχεται πλήρης εξήγηση στα θέματα που δεν επιλύει σωστά ο μαθητής. | 107 |
| Εικόνα 22: Όταν επιλυθούν σωστά τα προβλήματα ενός θέματος, πηγαίνει στο επόμενο. | 108 |
| Εικόνα 23: Το ALEKS ανανεώνει τον χάρτη γνώσης του μαθητή. | 108 |
| Εικόνα 24: Όταν κατακτηθεί ένα θέμα, ο μαθητής επιλέγει το επόμενο..... | 109 |
| Εικόνα 25: Το ALEKS προσφέρει εργαλεία περίληψης της μαθησιακής πορείας (Timeline, Calendar). | 109 |
| Εικόνα 26: Το γράφημα του χρήστη (a). | 110 |
| Εικόνα 27: Το γράφημα του χρήστη (b). | 111 |
| Εικόνα 28: Εργαλεία αναφορών (Timeline, Calendar) για τον χρήστη (b). | 111 |
| | |
| Πίνακας 1. Παραδείγματα Ευφυών Συστημάτων Διδασκαλίας και Εξατομικευμένων Πλατφορμών Μάθησης (Intelligent Tutoring Systems/Personalized Learning Platforms)..... | 47 |
| Πίνακας 2: Παραδείγματα Εκπαιδευτικών Ρομπότ. | 54 |

Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI) είναι ο επιστημονικός όρος που εκφράζει την τεχνολογία εκείνων των υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία έχουν δυνατότητες «ανθρώπινης νοημοσύνης». Πρόκειται για ηλεκτρονικές μηχανές που μπορούν να αναγνωρίσουν τη φωνή (Voice Recognition), να κάνουν οπτική αναγνώριση (Optical Recognition), αναγνώριση ερεθισμάτων αφής και να «συναισθανθούν» την σωματική και ψυχολογική κατάσταση του χρήστη. Αναλύουν τα παραπάνω δεδομένα και προβαίνουν σε αποφάσεις και πράξεις. Όπως θα λειτουργούσε κι ένας ανθρώπινος εγκέφαλος, ο οποίος συλλέγει δεδομένα μέσω των αισθήσεων και παίρνει αποφάσεις.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν την Τεχνητή Νοημοσύνη συναντώνται πλέον σε ένα ευρύ φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και έχουν ενσωματωθεί τόσο καλά, που δεν είναι ευδιάκριτο εάν πρόκειται για τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης, ή απλά για αλγόριθμους και λογισμικά της καθημερινότητάς μας.

Θα περίμενε κανείς, ότι οι τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν επηρεάσει κατά τον ίδιο, μεγάλο βαθμό και πτυχές της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως τους τρόπους και τις μεθόδους που εφαρμόζονται κατά τη διδασκαλία και τη μάθηση ή στο διοικητικό σκέλος της εκπαίδευσης και των Ιδρυμάτων της. Θα ήταν αναμενόμενο, το παραδοσιακό μοντέλο της εκπαίδευσης να μετασχηματίζεται, σύμφωνα με τις παγκόσμιες τεχνολογικές αλλαγές που υπεισέρχονται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Ωστόσο, με μία απλή αναζήτηση στην ελληνική έρευνα και βιβλιογραφία θα διαπιστώσει κανείς εύκολα, ότι δεν υπάρχει σχεδόν τίποτα για αυτήν την τεράστια αλλαγή που επίκειται στην εκπαίδευση. Είναι ολοφάνερο, ότι οι τεχνολογίες που περιλαμβάνουν AI δεν έχουν διεισδύσει καθόλου στην ελληνική εκπαίδευση. Ισχύει όμως το ίδιο και στη διεθνή έρευνα και βιβλιογραφία; Ισχύει το ίδιο στην παρεχόμενη εκπαίδευση των Ιδρυμάτων του εξωτερικού; Γεννώνται άμεσα και εύλογα ερευνητικά ερωτήματα σε ένα πεδίο έρευνας, που στη χώρα μας είναι σχεδόν κενό:

- Σε ποιο βαθμό βρίσκει κανείς τεχνολογίες που περιλαμβάνουν AI στον τομέα της Εκπαίδευσης (AIED – Artificial Intelligence in Education);

- Σε ποιους τομείς της εκπαιδευτικής διαδικασίας χρησιμοποιούνται ήδη οι δυνατότητες της ΑΙ και με τι αποτελέσματα;
- Ποιες είναι οι δυνατότητες τις ΑΙ που θα βοηθήσουν την Εκπαίδευση στο μέλλον;
- Υπάρχουν κίνδυνοι από τη χρήση της ΑΙ στην Εκπαίδευση;
- Τι είναι και πώς χρησιμοποιείται η τεχνολογία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) στην τάξη;
- Σε τι στοχεύει η τεχνολογία του IoT στο μέλλον;

Αυτά είναι κάποια από τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας. Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει προχωρήσει πολύ σε άλλους τομείς, όχι όμως στην Εκπαίδευση. Ενώ εδώ και χρόνια οι ψηφιακές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην Εκπαίδευση, δεν βλέπουμε το ίδιο άλμα και με την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε αυτήν. Έχουν γίνει βήματα μπροστά, αλλά τα συναντάμε μόνο στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία.

Σκοπός της εργασίας είναι να δώσουμε ένα εναρκτήριο λάκτισμα στην εκπαιδευτική κοινότητα της χώρας μας για γνωριμία, εκμάθηση και χρήση αυτών των καινοτόμων τεχνολογιών, που εξαπλώνονται ανά την υφήλιο και που το μέλλον τις θεωρεί δεδομένες στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Κύριος στόχος λοιπόν είναι να αναγνωρίσουμε και να αναδείξουμε τα πλεονεκτήματα της χρήσης των εργαλείων που ενσωματώνουν ΑΙ, καθώς και τα οφέλη τους στην εξατομικευμένη και προσαρμοστική εκπαίδευση των μαθητών για την απόκτηση των απαραίτητων δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα.

Επιπρόσθετα, στόχος μας είναι να πειραματιστούμε οι ίδιοι με ένα τέτοιο εργαλείο εξατομικευμένης και προσαρμοστικής μάθησης, ώστε να το γνωρίσουμε και να αποκομίσουμε προσωπική εμπειρία και συμπεράσματα των ωφελειών, των μειονεκτημάτων, των προβλημάτων, των κινδύνων που ενδεχομένως προκύπτουν από τη χρήση τέτοιων εργαλείων, καθώς και η διάχυση των συμπερασμάτων στην εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα.

Ένας ακόμη τεχνολογικός χώρος που αναπτύσσεται παγκοσμίως, που ενσωματώνεται στην εκπαίδευση και που σχετίζεται άμεσα με τη συλλογή δεδομένων και τη χρήση τους από τις τεχνολογίες ΑΙ, είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT). Η χρήση του IoT στην εκπαίδευση είναι ένα νέο κύμα αλλαγών, που φέρνει νέες

δυνατότητες βελτίωσης, τόσο της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης, όσο και της υποδομής των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. Ένας από τους στόχους της παρούσας εργασίας είναι η γνωριμία με αυτή την τεχνολογία και η επιστημονική εξερεύνηση των παρεχόμενων δυνατοτήτων της στην Εκπαίδευση.

Εκτός όμως από την πρόθεση να καλυφθεί ένα μέρος του ερευνητικού κενού της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (AIED) στη χώρα μας, ένα ακόμη ισχυρότατο κίνητρο για την πραγμάτωση της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η ενίσχυση του γνωσιολογικού υπόβαθρου της συγγραφέως, όσον αφορά την κατανόηση και την εκμάθηση των νέων αυτών τεχνολογιών της τεχνητής νοημοσύνης που κατακλύζουν το παρόν και το μέλλον μας.

Για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήσαμε τη μεθοδολογία της αναλυτικής και σε βάθος βιβλιογραφικής αναζήτησης και ανασκόπησης σε ψηφιακές βιβλιοθήκες, όπως το Google Scholar, το Research Gate, το Science Direct και άλλες. Συγκεκριμένα, αναζητήσαμε επιστημονικά άρθρα πρακτικών συνεδρίων και περιοδικών χρησιμοποιώντας τις λέξεις-κλειδιά: Artificial Intelligence in Education, Intelligent Tutoring System, Digital Education, Adaptive Learning Systems, Intelligent Learning Environments, Robots in Education, Internet of Things and Education κ.α. Όπως προαναφέρθηκε, η αναζήτηση διεξήχθη μόνο στην Αγγλική γλώσσα, αφού η αναζήτηση στην Ελληνική βιβλιογραφία δεν επέστρεψε παρά ελάχιστα αποτελέσματα.

Ενώ ψάχναμε για ψηφιακές βιβλιοθήκες που είναι κατάλληλες για την εύρεση των πληροφοριών που χρειαζόμαστε, εντοπίσαμε ορισμένα επιστημονικά περιοδικά, που το πεδίο εφαρμογής τους βρίσκεται ακριβώς στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση, όπως το International Journal of Artificial Intelligence in Education και το Computers and Education και αντλήσαμε από αυτά πολύτιμες και επικαιροποιημένες πληροφορίες.

Καθώς η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι μία αναδύομενη τεχνολογία, συμπεριλάβαμε και ορισμένες πληροφορίες από έγκριτα περιοδικά και εφημερίδες, όπως το Forbes, το AI Magazine, τους Times και κάποιες κυβερνητικές εκθέσεις.

Όσον αφορά τα κριτήρια αποκλεισμού και συμπερίληψης των άρθρων στην έρευνά μας, θεωρήσαμε ότι τα επιστημονικά δημοσιεύματα στην αγγλική γλώσσα, κυρίως μετά το 2015, καλύπτουν με επάρκεια τον εστιασμένο σκοπό της μελέτης μας.

Προκειμένου να καλύψουμε τους στόχους της παρούσας έρευνας, η εργασία δομείται σε τρεις νοηματικές ενότητες:

- Η πρώτη καλύπτει το επιστημονικό πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education – AIED).
- Η δεύτερη καλύπτει το επιστημονικό πεδίο του Διαδικτύου των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση (Internet of Things in Education – IoTED).
- Στην τρίτη ενότητα εντοπίσαμε, μελετήσαμε, αναλύσαμε και πειραματιστήκαμε με ένα υπάρχον, Προσαρμοστικό Εκπαιδευτικό Σύστημα (Adaptive Learning System), το ALEKS της McGraw-Hill Education.

Κεφάλαιο 1 - Ποιες είναι οι εφαρμογές της ΑΙ στην καθημερινότητά μας;

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence–AI) έχει ήδη διεισδύσει στην καθημερινότητά μας, ακόμη κι αν δεν το συνειδητοποιούμε. Κάθε φορά που χρησιμοποιούμε μια Μηχανή Αναζήτησης, κάθε φορά που αναζητούμε ένα προϊόν στην Amazon ή που επικοινωνούμε με κάποιο φίλο μας στο Facebook, η τεχνητή νοημοσύνη παραμονεύει, είναι εκεί για να «προβλέψει», να «επιταχύνει», να «ικανοποιήσει» τις ανάγκες του χρήστη – καταναλωτή.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη εμπεριέχεται στις λειτουργίες και τις εφαρμογές των έξυπνων τηλεφώνων (Smartphonest), στις δημόσιες συγκοινωνίες και τις οικιακές συσκευές. Για παράδειγμα, το περίπλοκο σύνολο αλγορίθμων και λογισμικού που τροφοδοτεί το Siri του iPhone είναι ένα τυπικό παράδειγμα λύσεων τεχνητής νοημοσύνης που έγινε μέρος των καθημερινών μας εμπειριών (Nick Bostrom and Yudkowsky 2011)

Η Google χρησιμοποιεί τεχνικές Τεχνητής Νοημοσύνης για τις μηχανές αναζήτησης και τους χάρτες της και όλα τα νέα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν AI από τον κινητήρα μέχρι τα φρένα και την πλοήγηση. Η τεχνολογία αυτόματης οδήγησης έχει ήδη προχωρήσει και μερικές μεγάλες εταιρείες την καθιστούν κορυφαία προτεραιότητα ανάπτυξης, όπως η Tesla, η Volvo, η Mercedes και η Google (Damen, Wright, and Hillier 2015), ενώ οι δοκιμές σε δημόσιους δρόμους στην Αυστραλία άρχισαν το 2015. Είναι σημαντικό ότι, μια εταιρεία εξόρυξης εκμεταλλεύεται ήδη τεχνολογίες αυτόματης οδήγησης, χρησιμοποιώντας τώρα αυτοκινούμενα φορτηγά για δύο μεγάλες εξορύξεις στη Δυτική Αυστραλία (Diss 2015)

Ο Nick Bostrom, Διευθυντής του Ινστιτούτου Future of Humanity στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης του Ηνωμένου Βασιλείου, διαπίστωσε από το 2006, ότι η τεχνητή νοημοσύνη είναι πλέον αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής ζωής μας: «Τεχνολογίες αιχμής τεχνητής νοημοσύνης έχουν ενσωματωθεί σε γενικές εφαρμογές, συχνά χωρίς να ονομάζονται AI, γιατί μόλις κάτι γίνεται αρκετά χρήσιμο και αρκετά κοινό, δεν αναφέρεται πλέον ως AI» (N. Bostrom 2006). Και πάλι, πολύ λίγοι άνθρωποι αναγνωρίζουν σήμερα ότι το Siri είναι τυπικό παράδειγμα τεχνητής νοημοσύνης, αλλά το βλέπουν περισσότερο ως έναν προσωπικό βοηθό που βασίζεται σε κάποιο αλγόριθμο και αποτελεί μέρος των καθημερινών μας εμπειριών.

Ο αντίκτυπος της τεχνητής νοημοσύνης είναι ήδη ορατός στην παγκόσμια οικονομία και έχει τραβήξει την προσοχή πολλών αναλυτών. Η μεγαλύτερη επένδυση που πραγματοποίησε ποτέ η Google στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η απόκτηση της DeepMind το 2014, με 400 εκατομμύρια δολάρια. Η εταιρία DeepMind Technologies, που τώρα ονομάζεται Google DeepMind, είναι μια startup τεχνητής νοημοσύνης που εδρεύει στο Λονδίνο και είναι εξειδικευμένη στη μηχανική μάθηση και τους προηγμένους αλγόριθμους. Επιπλέον, η Google πραγματοποίησε σημαντικές επενδύσεις στο Γερμανικό Κέντρο Έρευνας για την Τεχνητή Νοημοσύνη (DFKI GmbH), το οποίο είναι, σύμφωνα με τον ιστότοπό του, «το μεγαλύτερο ερευνητικό κέντρο παγκοσμίως στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης και της εφαρμογής της, σε αριθμό εργαζομένων και σε όγκο εξωτερικών κεφαλαίων» (DFKI 2016). Τεχνολογικοί γίγαντες όπως η Apple, η Google, η Microsoft και το Facebook ανταγωνίζονται επί του παρόντος στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης και επενδύουν σε νέες εφαρμογές και έρευνα.

Στο σημείο αυτό, είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι η «μηχανική μάθηση – Machine Learning» είναι ένα υποσχόμενο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης. Ενώ μερικές λύσεις AI εξακολουθούν να εξαρτώνται από τον προγραμματισμό, κάποιες άλλες έχουν μια ενσωματωμένη ικανότητα να μαθαίνουν πρότυπα και να κάνουν προβλέψεις. Ένα παράδειγμα είναι το λογισμικό AlphaGo, που αναπτύχθηκε από την DeepMind της Google και μπόρεσε να νικήσει τον καλύτερο παίκτη στον κόσμο στο Go, ένα πολύπλοκο επιτραπέζιο παιχνίδι (Gibney 2017)

Ο Αμερικανός πρόεδρος Μπαράκ Ομπάμα δημοσιοποίησε «Το στρατηγικό σχέδιο έρευνας και ανάπτυξης της Εθνικής Τεχνητής Νοημοσύνης», τον Οκτώβριο του 2016. Η έκθεση αναφέρει ότι «τα τείχη μεταξύ των ανθρώπων και των συστημάτων AI αρχίζουν σιγά σιγά να διαβρώνονται, με τα συστήματα AI να αυξάνουν και να ενισχύουν τις ανθρώπινες ικανότητες. Είναι απαραίτητη μια θεμελιώδης έρευνα για την ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων αλληλεπίδρασης και συνεργασίας μεταξύ ανθρώπων και AI» (U.S. National Science and Technology Council, 2016)

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι παντού:

- Στην **αυτόματη υποστήριξη πελατών**, οι βοηθοί με δυνατότητα AI (AI Customer Assistants) απαντούν σε απλές ερωτήσεις, ενημερώνουν για την

κατάσταση της παραγγελίας και βοηθούν να βρεθεί το συγκεκριμένο προϊόν με βάση την περιγραφή του πελάτη.

- Στην **εξατομικευμένη εμπειρία αγορών**, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιείται από τα ηλεκτρονικά καταστήματα, ώστε αυτά χρησιμοποιώντας δεδομένα για κάθε ακολουθούμενο σύνδεσμο ή πλοήγηση, να εξατομικεύσουν την εμπειρία του πελάτη σε βαθύτερο επίπεδο. Αυτή η εξατομίκευση καταλήγει σε έγκαιρες ειδοποιήσεις, μηνύματα και οπτικά στοιχεία, που λογικά είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα για τον πελάτη, και σε δυναμικό περιεχόμενο που τροποποιείται ανάλογα με τη ζήτηση και την προσφορά των χρηστών.
- Στην **υγεία**, οι τεχνικές της Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιούνται από τη διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων των ασθενών (από εγκληματικές ενέργειες στον κυβερνοχώρο), μέχρι την παροχή βοήθειας σε χειρουργικές επεμβάσεις - η ΑΙ εφαρμόζεται παντού.
- Στην **οικονομία**, υπάρχουν αυτοματοποιημένοι σύμβουλοι που τροφοδοτούνται από την ΑΙ, οι οποίοι είναι σε θέση να προβλέψουν το καλύτερο χαρτοφυλάκιο ή απόθεμα, βάσει προτιμήσεων, με τη σάρωση των δεδομένων της αγοράς. Επίσης, παράγονται αναφορές βασισμένες σε οικονομικά στοιχεία που προκύπτουν από τη σάρωση εκατομμυρίων δεδομένων «κλειδιών», εξοικονομώντας έτσι, για τους αναλυτές, πολλές ώρες εργασίας.
- Στα **ταξίδια και τις μετακινήσεις**, ένα τεράστιο ποσοστό χρηστών αξιολογεί τις ταξιδιωτικές προτάσεις, ερευνά τόπους και επιλογές φαγητού και ταξιδεύει με τη βοήθεια ταξιδιωτικών βοηθών (travelling assistants), οι οποίοι λειτουργούν με σύστημα ΑΙ. Τα Chatbots επίσης μεταβάλλουν γρήγορα την ταξιδιωτική βιομηχανία διευκολύνοντας την ανθρώπινη αλληλεπίδραση με τους καταναλωτές για συστάσεις ταξιδιού, καλύτερες τιμές κράτησης και ταχύτερους χρόνους απόκρισης. Για τις μετακινήσεις, οι Χάρτες της Google (Google Maps) χαρτογραφούν με τη δυνατότητα της ΑΙ, ανιχνεύουν πληροφορίες σχετικά με την οδική κυκλοφορία και χρησιμοποιούν αλγόριθμους για τον εντοπισμό της βέλτιστης διαδρομής, είτε με ποδήλατο, αυτοκίνητο, λεωφορείο, τρένο ή με τα πόδια. Η ΑΙ βρίσκεται σε κάθε σημείο όπου μπορεί να υπάρξει επιχείρηση, εκπαίδευση, χώρος εκδηλώσεων.

- Στα **κοινωνικά δίκτυα**, είναι γεγονός ότι, η πλειοψηφία των αποφάσεων του χρήστη επηρεάζεται από την τεχνητή νοημοσύνη. Από τις ειδοποιήσεις που λαμβάνονται, έως τις ροές δεδομένων που ταξινομούνται με χρονολογική σειρά, τα πάντα επιμελούνται από την ΑΙ. Οι τεχνικές της ΑΙ λαμβάνουν υπόψη όλες τις προηγούμενες αναζητήσεις στον ιστό, τις αλληλεπιδράσεις, τις συμπεριφορές και όλα τα βήματα του χρήστη κατά την επίσκεψή του σε αυτούς τους ιστότοπους και προσαρμόζουν κατάλληλα την εμπειρία του.
- Στα **έξυπνα σπίτια**, η άνοδος της ΑΙ έχει ενισχύσει τον όρο «έξυπνο σπίτι». Ένας σημαντικός αριθμός έξυπνων οικιακών συσκευών χρησιμοποιεί την ΑΙ για να μάθει τη συμπεριφορά του ενοίκου, έτσι ώστε οι ρυθμίσεις τους να μπορούν να προσαρμοστούν αυτόματα για να κάνουν την εμπειρία του όσο το δυνατόν λιγότερο προβληματική. Οι έξυπνες οικιακές συσκευές ελέγχονται με τη χρήση έξυπνων βοηθών φωνής, οι οποίοι αποτελούν πρωταρχικά παραδείγματα της ΑΙ. Αυτές οι τεχνικές είναι μέρος της ζωής μας χάρη στην επιστήμη των δεδομένων (Magnimind 2019).

Με τη βοήθεια των Μεγάλων Δεδομένων (Big Data), της μηχανικής μάθησης (Machine Learning), του Υπολογιστικού Νέφους (Cloud Computing) και άλλων τεχνολογιών, η ΑΙ έχει αποδείξει την αντιληπτική, την κριτική και την εξελικτική της ικανότητα. Με τη βοήθεια διαφόρων τύπων δικτύων αισθητήρων, η τεχνητή νοημοσύνη έχει ήδη αίσθηση όρασης, ακοής, αφής και θερμοκρασίας. Με τη βοήθεια της θεωρίας της μηχανικής μάθησης, η τεχνητή νοημοσύνη έχει προηγμένη λογική στο σχεδιασμό, την πρόβλεψη, τη λήψη αποφάσεων και άλλες μορφές έξυπνης συμπεριφοράς (Wang et al. 2018).

Οι επιστήμονες της ΑΙ βασίζονται επί του παρόντος σε νέες προσεγγίσεις στη μηχανική μάθηση, στη μοντελοποίηση υπολογιστών και στα στατιστικά στοιχεία πιθανοτήτων για τη βελτίωση της λήψης οικονομικών αποφάσεων και χρησιμοποιούν τη θεωρία αποφάσεων και τη νευροεπιστήμη για να οδηγήσουν στην ανάπτυξη αποτελεσματικότερων ιατρικών διαγνωστικών (Luckin et al. 2016).

Η ΑΙ έχει χρησιμοποιηθεί σε όλες σχεδόν τις βιομηχανίες και τις εμπορικές συναλλαγές, γεγονός που αποτελεί ισχυρή ώθηση στην προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης και της κοινωνικής προόδου. Η ανάπτυξη της ΑΙ σε βάθος, θα επιταχύνει τη διαδικασία της ανασυγκρότησης των κοινωνικών τάξεων, θα εξασφαλίσει την αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου και φύσης, θα συντονίσει τον άνθρωπο και την

επιστήμη της ανάπτυξης και θα φέρει πρωτοφανείς αναπτυξιακές ευκαιρίες, καθώς και προκλήσεις για την **εκπαίδευση** (Wang et al. 2018).

Κεφάλαιο 2 - Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI)

Πώς ορίζεται ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη – Artificial Intelligence» από τους επιστήμονες και ερευνητές;

Ο Alan Turing (πατέρας της Επιστήμης των Υπολογιστών) πρότεινε το «παιχνίδι της μίμησης – imitation game», ένα τεστ που περιλαμβάνει την ικανότητα ενός ανθρώπινου ακροατή να διακρίνει εάν η συνομιλία του είναι με μια μηχανή ή έναν άλλον άνθρωπο. Αν η διάκριση αυτή δεν εντοπιστεί, μπορούμε να παραδεχτούμε ότι έχουμε ένα έξυπνο σύστημα ή ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence) (Turing, 1950).

Το 1956 ο John McCarthy πρόσφερε έναν από τους πρώτους και πιο σημαίνοντες ορισμούς: «Η μελέτη (της τεχνητής νοημοσύνης) πρέπει να προχωρήσει με βάση την υπόθεση, ότι κάθε πτυχή της μάθησης ή οποιουδήποτε άλλου χαρακτηριστικού της νοημοσύνης μπορεί καταρχήν να περιγραφεί τόσο επακριβώς, ώστε μια μηχανή να μπορεί να φτιαχτεί για να την προσομοιώσει (Russell, S. J. 2010).

Μπορούμε να ορίσουμε την τεχνητή νοημοσύνη (AI) ως εκείνα τα συστήματα πληροφορικής, τα οποία είναι ικανά να τα εμπλέκουμε σε ανθρώπινες διαδικασίες όπως η μάθηση, η προσαρμογή, η σύνθεση, η αυτοδιόρθωση και η χρήση δεδομένων για πολύπλοκες εργασίες επεξεργασίας (Popenici and Kerr 2017).

Σύμφωνα με τους (Wang D. et al.), «η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι εκείνη η δραστηριότητα που είναι αφοσιωμένη στο να κάνει τις μηχανές ευφυείς, και ευφυΐα είναι εκείνη η ποιοτική ιδιότητα, που επιτρέπει σε μια οντότητα να λειτουργεί σωστά και με πρόβλεψη στο περιβάλλον της». Ορισμένοι άλλοι βασικοί ορισμοί αυτής της τεχνολογίας παρουσιάζονται στο (Ma, 2014): Η AI είναι «το πεδίο της επιστήμης των υπολογιστών, το οποίο έχει αποκλειστικό σκοπό την επίλυση γνωστικών προβλημάτων, που συνήθως συνδέονται με την ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η μάθηση, η επίλυση προβλημάτων και η αναγνώριση προτύπων». Η AI είναι «η θεωρία και η ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής ικανών να εκτελούν καθήκοντα που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η οπτική αντίληψη, η αναγνώριση ομιλίας, η λήψη αποφάσεων και η μετάφραση μεταξύ των γλωσσών».

Σύμφωνα με τον (Han 2018), το βασικό καθήκον της AI είναι να κατασκευάσει ένα σύστημα συμπεριφοράς που να μιμείται τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου και

να ελέγχεται από ένα ανθρώπινο σύστημα υπολογιστών. Εμπεριέχει τα έμπειρα συστήματα (expert systems), την μηχανική μάθηση, την αναγνώριση προτύπων (pattern recognition), την κατανόηση της φυσικής γλώσσας, την αυτόματη απόδειξη θεωρημάτων, τη ρομποτική, το παιχνίδι.

Τέλος, σύμφωνα με τους (Luckin et al. 2016), ως AI θεωρούνται τα συστήματα υπολογιστών, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να αλληλοεπιδρούν με τον κόσμο μέσω ειδικών δυνατοτήτων (όπως για παράδειγμα την οπτική αντίληψη και την αναγνώριση ομιλίας) και ευφυών συμπεριφορών (για παράδειγμα, αξιολογώντας τις διαθέσιμες πληροφορίες και στη συνέχεια λαμβάνοντας την πιο λογική ενέργεια για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου στόχου) που θα θεωρούσαμε κατά βάση ανθρώπινες.

Κεφάλαιο 3 - Οι ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Οι νέες τεχνολογίες του Διαδικτύου στην εποχή του web3.0 αντιπροσωπεύονται από τα Big Data, το Cloud Computing και την Τεχνητή Νοημοσύνη. Μετά την εποχή 4G, η τεχνολογία επικοινωνίας 5G είναι σε πλήρη πειραματισμό. Με τη συνολική ωριμότητα του δικτύου 4G, το Διαδίκτυο και οι βιομηχανίες, όπως το κινητό ηλεκτρονικό εμπόριο, το έξυπνο σπίτι στο Διαδίκτυο, ο έξυπνος σχεδιασμός και η big data οικονομία, καταλαμβάνουν την αγορά και γίνονται η πρωτοποριακή τάση που οδηγεί στην ανάπτυξη μιας νέας εποχής (Han 2018).

Ο συνδυασμός της εκπαίδευσης με την τεχνητή νοημοσύνη είναι μια σημαντική καινοτομία, μετά τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας τεχνητής νοημοσύνης και την επίτευξη διεπιστημονικής πρακτικής εφαρμογής.

Γιατί όμως η αλλαγή στην εκπαίδευση είναι ακόμη τόσο αργή; Ενώ οι έξυπνες τεχνολογίες έχουν ήδη μεταμορφώσει τόσες πτυχές της ζωής μας - από το πώς κλείνουμε ένα ραντεβού, μέχρι την χρήση των ταξί, δεν διαφαίνεται μία τέτοια αλλαγή στην εκπαίδευση. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η AI θα επηρεάσει σημαντικά αυτό που διδάσκουμε και μαθαίνουμε, καθώς και το πώς το κάνουμε.

Πρέπει όμως να παραδεχτούμε, ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν ήδη γίνει ένα εσωτερικό κομμάτι της εκπαιδευτικής καθημερινότητάς. Τα LMS, τα MOOCs, το Google Class, το Edmodo, το PowerSchool, το Moodle είναι ήδη ενσωματωμένα στην εκπαιδευτική διαδικασία εδώ και χρόνια. Στη νευροχειρουργική, οι τεχνολογίες VR έχουν ήδη σοβαρό αντίκτυπο - το 3D Oculus Chirurgical Theatre χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της χειρουργικής διαδικασίας στην αφαίρεση των εγκεφαλικών όγκων. Πολλές AR εφαρμογές που σχετίζονται με την εκπαίδευση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη άκρως αφηρημένων αντικειμένων - η εφαρμογή AR Elements 4D έχει σχεδιαστεί για την κατανόηση των ατομικών δομών των χημικών στοιχείων (Chassignol et al. 2018).

Με τη διάδοση του Διαδικτύου, το χωρικό και χρονικό όριο στην παραδοσιακή εκπαίδευση σπάει, η συμβατική αντίληψη και πρακτική ανατρέπεται. Η δημιουργία ενός δυναμικού και ανοιχτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος γίνεται χαρακτηριστικό γνώρισμα της εκπαίδευσης στο Διαδίκτυο. Η μεταρρύθμιση των τρόπων διδασκαλίας μέσω της πληροφορικής και των πλατφορμών του δικτύου είναι η ανερχόμενη τάση,

με τις επιτυχημένες περιπτώσεις της «Αντιστροφής της διδασκαλίας στην τάξη–Overturning Classroom Teaching» και των «Μαζικών Ανοιχτών Διαδικτυακών Μαθημάτων - MOOCs».

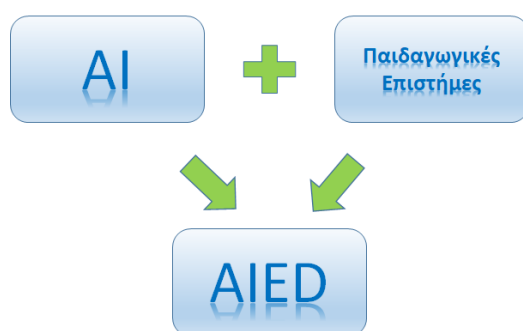
Επιγραμματικά μπορούμε να συνοψίσουμε τα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης μέσω διαδικτύου στα παρακάτω:

- Η εκπαίδευση μέσω του Διαδικτύου μπορεί να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε με τον διαμοιρασμό του υλικού διδασκαλίας.
- Η εκπαίδευση μέσω του Διαδικτύου είναι ευκολότερη στην κάλυψη εξατομικευμένων μαθησιακών αναγκών.
- Η διδασκαλία μέσω Διαδικτύου δεν περιορίζεται στο κείμενο. Ο ήχος, η κινούμενη εικόνα και άλλες ψηφιακές μορφές του υλικού καθιστούν την παρουσίαση του διδακτικού περιεχομένου μέσω ποικίλων μεθόδων πιο εύκολη και διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε να μαθαίνουν με μεγαλύτερο ενθουσιασμό (Wang et al. 2018).

Κεφάλαιο 4 - Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education - AIED);

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education–AIED) διερευνά τη μάθηση, όπου και αν συμβαίνει, σε παραδοσιακές αίθουσες διδασκαλίας ή σε χώρους εργασίας, προκειμένου να υποστηριχθεί η επιστήμη της εκπαίδευσης, καθώς και η δια βίου μάθηση. Συνενώνει την AI, η οποία είναι η ίδια διεπιστημονική, με τις εκπαιδευτικές επιστήμες (εκπαίδευση, ψυχολογία, νευροεπιστήμη, γλωσσολογία, κοινωνιολογία και ανθρωπολογία) με σκοπό να προωθήσουν την ανάπτυξη **προσαρμοστικών μαθησιακών περιβαλλόντων και άλλων εργαλείων** της AIED που είναι ευέλικτα και αποτελεσματικά.

Οι αλγόριθμοι και τα μοντέλα που χρησιμοποιεί η AIED αποτελούν τη βάση μιας ουσιαστικά ανθρώπινης προσπάθειας για μάθηση, που είναι πιο **εξατομικευμένη, ευέλικτη**, χωρίς **αποκλεισμούς και εμπλοκές**. Όχι μόνο σε **ό, τι μαθαίνεται**, αλλά και στο **πώς μαθαίνεται** και στο **πώς αισθάνεται** ο εκπαιδευόμενος την ώρα που μαθαίνει. Μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που επιδιώκουν οι ίδιοι και οι εργοδότες τους και μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν πιο εξελιγμένα περιβάλλοντα μάθησης από ό,τι θα ήταν εφικτό, όπως την **συνεργατική μάθηση και τη στοχευμένη υποστήριξη** του εκπαιδευόμενου την **κατάλληλη στιγμή** (Luckin et al. 2016).



Εικόνα 1: Ορισμός της AIED.

Στον πυρήνα της AIED βρίσκεται ο επιστημονικός στόχος «να καταστήσουμε υπολογιστικές, ακριβείς και σαφείς μορφές εκπαιδευτικής, ψυχολογικής και κοινωνικής γνώσης, που συχνά αφήνονται υπονοούμενες» (Self 1999). Με άλλα λόγια,

εκτός από κινητήρας πίσω από την πολύ έξυπνη τεχνολογία, η ΑΙΕΔ είναι επίσης ισχυρό εργαλείο για να ανοίξει, αυτό που μερικές φορές ονομάζεται «**μαύρο κουτί της μάθησης**», δίνοντάς μας βαθύτερες και πιο λεπτομερείς γνώσεις του **πώς** συμβαίνει η μάθηση (για παράδειγμα, πώς επηρεάζεται από το κοινωνικοοικονομικό και φυσικό περιβάλλον του μαθητή ή από την τεχνολογία). Αυτές οι γνώσεις μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν στην ανάπτυξη μελλοντικού λογισμικού ΑΙΕΔ και, επίσης πολύ σημαντικό, μπορούν να ενημερώνουν τις μαθησιακές προσεγγίσεις που δεν περιλαμβάνουν τεχνολογία. Για παράδειγμα, η ΑΙΕΔ μπορεί να μας βοηθήσει να δούμε και να κατανοήσουμε τα μικρο-βήματα (στάδια), από τα οποία περνούν οι μαθητές κατά την εκμάθηση της φυσικής ή τις κοινές παρανοήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκειά της (VanLehn et al. 2005).

Οι παραπάνω γνώσεις μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία καλών πρακτικών και επιδόσεων από τους εκπαιδευτικούς στην τάξη (Luckin et al. 2016).

Η εισαγωγή των **δεξιοτήτων του 21ου αιώνα** (Trilling, B. & Fadel, 2009) και τα Επιστημονικά Πρότυπα της Νέας γενιάς – New Generation Science Standards (NGSS, 2013) έχουν επισημάνει τη σημασία των γενικότερων δεξιοτήτων μάθησης και δεξιοτήτων, όπως η μεταγνώση, η κριτική σκέψη και η συνεργασία. Ο τομέας της ΑΙΕΔ μπορεί και πρέπει να προσαρμοστεί σε αυτές τις αλλαγές. Οι μεταβάσεις αυτές στην εκπαίδευση είναι επίσης μια ευκαιρία: οι τρέχουσες εκπαιδευτικές θεωρίες υποστηρίζουν την καλύτερη οργάνωση και εξατομίκευση (Collins and Halverson 2010). Τόσο οι σπουδαστές, όσο και οι δάσκαλοι χρειάζονται καλύτερη, εξατομικευμένη υποστήριξη. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα, πώς μπορούμε να δημιουργήσουμε ILEs (Intelligent Learning Environments) που να επιτρέπουν την προσαρμοστική εκπαίδευση υψηλής ποιότητας σε μεγάλη κλίμακα (Roll and Wylie 2016).

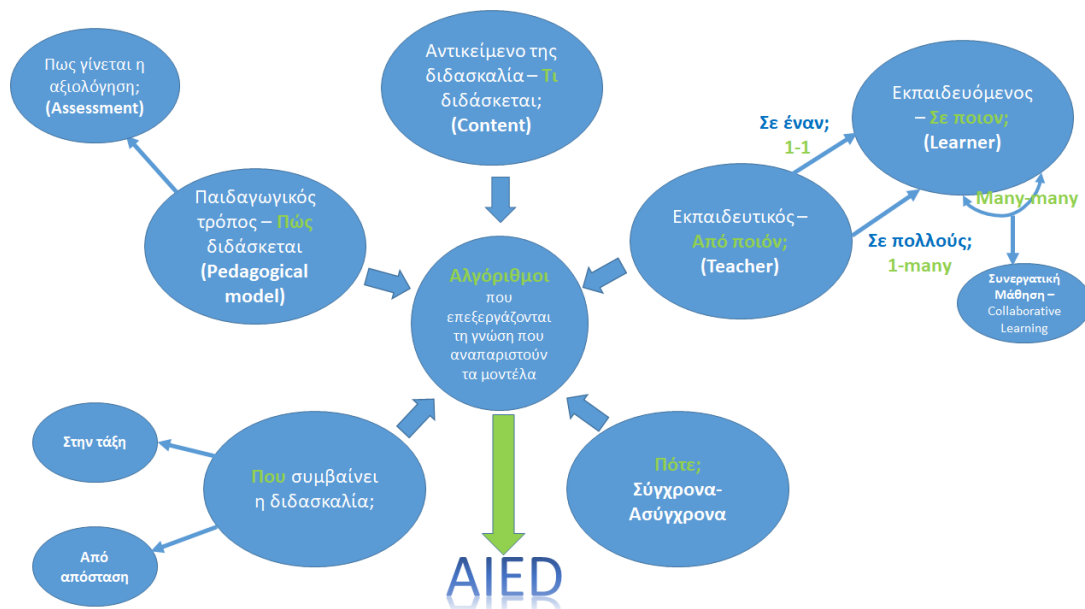
Κεφάλαιο 5 - Μοντέλο έρευνας

Προκειμένου να κατηγοριοποιήσουμε τα εργαλεία ΑΙΕΔ που έχουν αναπτυχθεί, πρέπει να εντοπίσουμε τους τομείς, τα σημεία του γενικού μοντέλου μάθησης (κόμβοι) στα οποία επεμβαίνουν, ώστε να βοηθήσουν προς μία καλύτερη μαθησιακή εμπειρία. Οι παράγοντες (κόμβοι) που επηρεάζουν τη διδασκαλία και τη μάθηση είναι πολλοί. Παρακάτω αναφέρονται κάποιοι από αυτούς:

- Το περιεχόμενο της μάθησης (**τι** πρόκειται να διδαχθεί; - **Content**).
 - πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση κλασμάτων.
 - δεύτερος νόμος του Νεύτωνα (δυνάμεις).
 - οι αιτίες του πρώτου παγκοσμίου πολέμου.
 - ο τρόπος δόμησης ενός επιχειρήματος
 - διαφορετικές προσεγγίσεις ανάγνωσης ενός κειμένου (επιφανειακή ή με λεπτομέρεια).
- Το παιδαγωγικό μοντέλο που πρόκειται να εφαρμοστεί (**πώς** θα διδαχθεί; - **Pedagogical Model**),
 - παραγωγική αποτυχία, αφήνοντας τον εκπαιδευόμενο να έρθει αντιμέτωπος με τα λάθη του.
 - ανατροφοδότηση (ερωτήσεις, συμβουλές ή κατευθυντήριες), που προκύπτουν από τις ενέργειες των εκπαιδευομένων, και που σχεδιάστηκαν με σκοπό την βελτίωση της μάθησή τους
 - αξιολόγηση με σκοπό την πληροφόρηση και «μέτρηση» της μάθησης.
- Ο εκπαιδευόμενος (**ποιος** θα διδαχθεί; - **Learner Model**)
 - προηγούμενες επιτεύξεις ή αποτυχίες του εκπαιδευομένου,
 - η συναισθηματική του κατάσταση
 - η δέσμευση του εκπαιδευόμενου στη μάθηση (για παράδειγμα: αν ολοκληρώνει τα καθήκοντά του εγκαίρως)
- Ο εκπαιδευτικός (**ποιος** θα διδάξει; - **Teacher Model**)
 - πόσο καλά γνωρίζει το αντικείμενο
 - αν έχει μεταδοτική ικανότητα
 - αν διαθέτει ενσυναίσθηση
 - εάν γνωρίζει εκπαιδευτική ψυχολογία
 - εάν είναι αφοσιωμένος στο έργο του

- ποια είναι η πνευματική και ψυχολογική του κατάσταση
- Ο χώρος (**που** θα διεξαχθεί η διδασκαλία – **Place**)
 - στην τάξη
 - απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου
- Ο χρόνος (**πότε** θα διεξαχθεί η διδασκαλία – **Time**)
 - σύγχρονα
 - ασύγχρονα

Το παρακάτω μοντέλο εμπεριέχει και απεικονίζει κάποιους από αυτούς τους παράγοντες.



Εικόνα 2: Παράγοντες που διαμορφώνουν τα εργαλεία AIED.

Ας πάρουμε το παράδειγμα ενός συστήματος AIED που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει κατάλληλη εξατομικευμένη ανατροφοδότηση σε έναν σπουδαστή. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται το σύστημα AIED να έχει γνώσεις για:

- τις αποτελεσματικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία (η οποία αντιπροσωπεύεται με ένα παιδαγωγικό μοντέλο)
- το αντικείμενο της μάθησης (αντιπροσωπεύεται στο μοντέλο περιεχομένου)
- τον φοιτητή (που εκπροσωπείται στο μοντέλο του εκπαιδευομένου).

Οι αλγόριθμοι AIED (που εφαρμόζονται στον κώδικα του συστήματος) επεξεργάζονται τις γνώσεις των παραπάνω μοντέλων για να επιλέξουν το

καταλληλότερο περιεχόμενο που πρέπει να παραδοθεί στον εκπαιδευόμενο, ανάλογα με τις ατομικές ικανότητες και ανάγκες του. Καθώς το περιεχόμενο (που μπορεί να έχει τη μορφή κειμένου, ήχου, δραστηριότητας, βίντεο ή κινούμενης εικόνας) παρέχεται στον εκπαιδευόμενο, η συνεχής ανάλυση των αλληλεπιδράσεων του εκπαιδευόμενου (για παράδειγμα, οι τρέχουσες ενέργειες και απαντήσεις, τα προηγούμενα επιτεύγματά του, η τρέχουσα συναισθηματική του κατάσταση) ενημερώνει το σύστημα για την παροχή σχολίων (για παράδειγμα, συμβουλές και καθοδήγηση), με σκοπό να τον βοηθήσει να προχωρήσει στο υπό διδασκαλία αντικείμενο. Η βαθιά ανάλυση των αλληλεπιδράσεων του μαθητή χρησιμοποιείται επίσης για την ενημέρωση του μοντέλου εκπαιδευόμενου. Ακριβέστερες εκτιμήσεις της τρέχουσας κατάστασης του σπουδαστή (για παράδειγμα, η κατανόηση και η κίνησή του) διασφαλίζει ότι η μαθησιακή εμπειρία κάθε σπουδαστή είναι προσαρμοσμένη στις ικανότητες και τις ανάγκες του και υποστηρίζει αποτελεσματικά τη μάθησή του. Ένα από τα πλεονεκτήματα των προσαρμοστικών συστημάτων AIED είναι ότι συγκεντρώνουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, τα οποία, σε έναν ενάρετο κύκλο, μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να υπολογίσουν και να βελτιώσουν δυναμικά τα παιδαγωγικά μοντέλα, καθώς και το περιεχόμενο της μάθησης. Αυτή η διαδικασία συμβάλλει στην ενημέρωση νέων τρόπων παροχής πιο αποτελεσματικής, εξατομικευμένης υποστήριξης, ενώ ταυτόχρονα δοκιμάζει και βελτιώνει την κατανόηση των διαδικασιών της διδασκαλίας και της μάθησης.

Εκτός από τα παραπάνω μοντέλα, οι ερευνητές της AIED έχουν επίσης αναπτύξει μοντέλα που αντιπροσωπεύουν τις κοινωνικές, συναισθηματικές και μεταγνωστικές πτυχές της μάθησης. Αυτό επιτρέπει στα συστήματα AIED να ενσωματώσουν το πλήρες φάσμα των παραγόντων που επηρεάζουν τη μάθηση (Luckin et al. 2016).

Κεφάλαιο 6 - Που βρίσκεται η ΑΙΕΔ σήμερα;

Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην εκπαίδευση. Μια πληθώρα εφαρμογών ΑΙΕΔ χρησιμοποιείται ήδη στα σχολεία και τα πανεπιστήμια του εξωτερικού. Πολλά ενσωματώνουν τεχνικές ΑΙΕΔ και εξόρυξης εκπαιδευτικών δεδομένων (Educational Data Mining - EDM) για να «παρακολουθούν» τη συμπεριφορά των σπουδαστών - για παράδειγμα, συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την παρακολούθηση της τάξης και την υποβολή εργασιών, προκειμένου να εντοπίσουν (και να παράσχουν υποστήριξη) σε μαθητές που κινδυνεύουν να εγκαταλείψουν τις σπουδές τους.

Επίσης, ερευνητές της ΑΙ διερευνούν καινοτόμες διεπαφές χρηστών, όπως η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, η αναγνώριση ομιλίας και χειρονομιών, η παρακολούθηση των ματιών και άλλους φυσικούς αισθητήρες, οι οποίοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εξέλιξη του λογισμικού ΑΙΕΔ.

Σήμερα, οι εφαρμογές ΑΙ χρησιμοποιούνται ευρέως από εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους, με ορισμένες διακυμάνσεις, μεταξύ K-12 (δηλαδή από την πρώτη δημοτικού μέχρι και την τρίτη λυκείου) και πανεπιστημίων, περιλαμβάνοντας ρομπότ διδασκαλίας (**teaching robots**), έξυπνα συστήματα διδασκαλίας (**intelligent tutoring systems**) και προσαρμοστικά συστήματα μάθησης (**adaptive learning systems**). Ως εφαρμογές ΑΙ μπορούμε να αναφέρουμε και την προσαρμοστική ανάπτυξη δεξιοτήτων (adaptive skill building), τον προγραμματισμό δραστηριοτήτων (scheduling), την επαγγελματική εκπαίδευση σταδιοδρομίας (career education) και πολλές άλλες (Chassignol et al. 2018).

Παρόλο που η ποιοτική εκπαίδευση θα απαιτεί πάντα την ενεργό εμπλοκή των ανθρώπων-εκπαιδευτικών, η ΑΙ υπόσχεται να ενισχύσει την εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα, ιδιαίτερα με την παροχή **εξατομίκευσης** σε ευρεία κλίμακα. Η επίλυση του τρόπου, με τον οποίο μπορεί να συγκεραστεί καλύτερα η ανθρώπινη αλληλεπίδραση και η μάθηση πρόσωπο με πρόσωπο με τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες ΑΙ, εξακολουθεί να αποτελεί βασική πρόκληση.

Τα **ρομπότ** είναι από καιρό δημοφιλείς εκπαιδευτικές συσκευές, ξεκινώντας από τα πρώτα πακέτα Lego Mindstorms που αναπτύχθηκαν από το MIT MediaLab τη δεκαετία του 1980. Τα **ευφυή συστήματα διδασκαλίας (ITS)** για την επιστήμη, τα μαθηματικά,

τη γλώσσα και άλλους κλάδους, αντιστοιχίζουν τους μαθητές σε διαδραστικούς «μηχανικούς» εκπαιδευτικούς (interactive machine tutors). Η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, ειδικά σε συνδυασμό με την μηχανική μάθηση και τη συλλογή δεδομένων από το ευρύ κοινό (crowdsourcing), έδωσε ώθηση στην ηλεκτρονική μάθηση και επέτρεψε στους εκπαιδευτικούς να πολλαπλασιάσουν το μέγεθος των τάξεων τους, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις μαθησιακές ανάγκες και το στυλ των εκπαιδευομένων. Η συλλογή δεδομένων από μεγάλα ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά συστήματα τροφοδότησε ταχύτατα την ανάπτυξη της ανάλυσης της μάθησης (learning analytics). Παρόλα αυτά, τα σχολεία και τα πανεπιστήμια καθυστέρησαν να υιοθετήσουν τις τεχνολογίες AI, κυρίως λόγω της έλλειψης πόρων και της έλλειψης αξιόπιστων αποδεικτικών στοιχείων, ότι αυτές πράγματι βοηθούν τους μαθητές να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους. Τα επόμενα δεκαπέντε χρόνια, σε μια τυπική πόλη της Βόρειας Αμερικής, η χρήση ευφυών δασκάλων (intelligent tutors) και άλλων τεχνολογιών AI που βοηθούν τους εκπαιδευτικούς στην τάξη και στο σπίτι, καθώς και η μάθηση που βασίζεται σε εφαρμογές **εικονικής πραγματικότητας** είναι πιθανό να αυξηθεί σημαντικά. Αλλά, τα συστήματα μάθησης που βασίζονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή δεν είναι πιθανό να αντικαταστήσουν πλήρως την ανθρώπινη διδασκαλία στα σχολεία (P. Stone, R. Brooks, E. Brynjolfsson, R. Calo, O. Etzioni, G. Hager, J. Hirschberg, S. Kalyanakrishnan, E. Kamar, S. Kraus, K. Leyton-Brown, D. Parkes, W. Press, A. Saxenian, J. Shah, M. Tambe 2016).

Οι λύσεις AI παρακολουθούν επί του παρόντος τις επιλογές, τις προτιμήσεις, τις κινήσεις μας, τη μέτρηση των δυνατοτήτων και τις αδυναμίες μας, παρέχοντας ανατροφοδότηση, ενθάρρυνση, βραβεία, συγκριτικές αναλύσεις, προσαρμοσμένες ροές ειδήσεων, ειδοποιήσεις, πρόβλεψη κειμένου. Με την ικανότητα να καθοδηγεί τη μάθηση και να παρακολουθεί τη συμμετοχή και την αφοσίωση του μαθητή στο περιεχόμενο, η AI μπορεί να προσαρμόσει τη «ροή» των πληροφοριών και του υλικού, σύμφωνα με τις ανάγκες του εκπαιδευομένου και να παράσχει ανατροφοδότηση και ενθάρρυνση (Popenici and Kerr 2017).

Σε αυτό το σημείο, μπορούμε να δούμε ένα **teacherbot**, ως μία πολύπλοκη αλγοριθμική διεπαφή (interface) που μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη για εξατομικευμένη εκπαίδευση, ικανή να παρέχει περιεχόμενο, εποπτεία και καθοδήγηση στους μαθητές και βοήθεια στους εκπαιδευτικούς. Ως teacherbot ορίζεται οποιοδήποτε μηχανήμα ή λογισμικό αναλαμβάνει τον ρόλο που παραδοσιακά

εκτελεί ένας βοηθός καθηγητή για την οργάνωση των πληροφοριών και την παροχή γρήγορων απαντήσεων σε ένα ευρύ σύνολο προβλέψιμων ερωτήσεων. Μπορεί να διευκολύνει, να παρακολουθεί, να αξιολογεί και να διαχειρίζεται τη μάθηση των σπουδαστών στον διαδικτυακό χώρο διδασκαλίας.

Ο υπερυπολογιστής της IBM Watson παρέχει συμβουλές στους φοιτητές στο Deakin University της Αυστραλίας οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας κατά τη διάρκεια των 365 ημερών του έτους (Deakin University 2014). Ακόμη και αν βασίζεται σε αλγόριθμους κατάλληλους να εκπληρώνουν επαναλαμβανόμενα και σχετικά προβλέψιμα καθήκοντα, η χρήση του Watson αποτελεί παράδειγμα του μελλοντικού αντίκτυπου της AI στο προφίλ του διοικητικού εργατικού δυναμικού στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η AI παρουσιάζει ήδη την ικανότητα αντικατάστασης μεγάλου αριθμού διοικητικού προσωπικού και βοηθών διδασκόντων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Εξατομικευμένη μάθηση μπορεί να υιοθετηθεί με ένα teacherbot, ή έναν «cloud lecturer», για μαθήματα μικτής διδασκαλίας ή για μαθήματα πλήρως διαδικτυακά. Οι υπολογιστικές λύσεις με teacherbots για το διοικητικό μέρος της διδασκαλίας, που ασχολούνται κυρίως με την παροχή περιεχομένου, τη βασική και διοικητική ανατροφοδότηση και την επίβλεψη - παρουσιάζονται ήδη ως εναλλακτική λύση που διαταράσσει τους παραδοσιακούς βοηθούς διδασκόντων.

Ένα παράδειγμα προσφέρεται από το μάθημα του καθηγητή Ashok Goel «Τεχνητή Νοημοσύνη Βασισμένη στη Γνώση – Knowledge Based Artificial Intelligence - KBAI) στο διαδικτυακό πρόγραμμα Master in Computer Sciences στο GeorgiaTech των ΗΠΑ. Η βοηθός διδασκαλίας εκτιμήθηκε τόσο πολύ από τους σπουδαστές, που ήθελαν να «την» προτείνουν (το teacherbot) για το βραβείο “Teaching Assistance Excellence Award”. Η συγκεκριμένη βοηθός καθηγητή κατάφερε να ανταποκριθεί στις υψηλότερες προσδοκίες των φοιτητών. Η έκπληξη στο τέλος του μαθήματος ήταν όταν αποκαλύφθηκε ότι η Jill Watson δεν ήταν πραγματικό πρόσωπο, αλλά ένα teacherbot, ένας εικονικός βοηθός διδασκαλίας, βασισμένο στην πλατφόρμα Watson της IBM (Maderer 2016).

Ο Ruchir Puri, επικεφαλής αρχιτέκτονας του Watson, του υπερυπολογιστή AI της IBM, σημείωσε πρόσφατα ότι «Υπάρχει πολλή δημοσιότητα γύρω από την AI, αλλά αυτό που δεν μπορεί να κάνει είναι πολύ μεγάλο τώρα. Αυτό που μπορεί να κάνει είναι πολύ μικρό.» (Popenici and Kerr 2017)

Ήδη έχει αρχίσει η κατεύθυνση προς τους εκπαιδευτικά cobots στην τάξη. Το εκπαιδευτικό **cobot** είναι ένα ρομπότ που έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς. Ειδικότερα, η Ιαπωνία και η Νότια Κορέα επιδιώκουν αυτό το στόχο με μεγαλύτερα και πιο ρεαλιστικά ρομπότ. Η Ελβετία έχει αρχίσει να ερευνά κατά πόσο μικρά ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση.

Ακόμη, ο ερευνητής της AIED Lewis Johnson (2015) διεξάγει μία εργασία που ονομάζεται RALLe, στην οποία ερευνά, πώς να σχεδιάσει εμπειρίες μάθησης βασισμένες σε προσομοιώσεις, για την εκμάθηση γλωσσών, αναπτύσσοντας ένα πρωτότυπο ρεαλιστικό ρομπότ που συμμετέχει σε συνομιλίες σε ξένη γλώσσα και μελετά τη χρήση του σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Timms 2016).

Η χρήση της AI στην εκπαίδευση έχει σημαντική πρόοδο τη νέα χιλιετία, τόσο στη θεωρία όσο και στην πράξη (Roll and Wylie 2016). Υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές και σενάρια για την ενσωμάτωση της AI στις εκπαιδευτικές διαδικασίες (Devedzic 2017), με ιδιαίτερη έμφαση στην online μάθηση και την εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Kose 2018).

Για παράδειγμα, οι (Lin et al. 2018) θεωρούν ότι «η AI μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λύση για την αύξηση της αποδοτικότητας στη διαδικτυακή μάθηση «δεσμεύοντας και συνδέοντας τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς μεταξύ τους σε ασύγχρονα online περιβάλλοντα ξεπερνώντας τα χωροχρονικά εμπόδια».

Πρόσφατα, κάποιες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις επικεντρώθηκαν στη χρήση τεχνολογιών στις αίθουσες διδασκαλίας. Τα Smartphones, για παράδειγμα, προσφέρουν πολλές εφαρμογές IPA (Intelligent Personal Assistant) σε διαφορετικές πλατφόρμες, όπως το Siri στο IOS, το Cortana στα Windows, το GoogleNow, το MyAssistant, το GoogleAllo, το Robin, το Databot, το Indigo (Lyra) και το Smart Voice Assistant στο Android, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της αγγλικής γλώσσας και για την καλλιέργεια δεξιοτήτων ομιλίας (Charismaetal. 2018).

Κεφάλαιο 7 - Εργαλεία ΑΙΕΔ

Τα **Προσαρμοστικά Συστήματα Μάθησης - Adaptive Learning Systems** (συχνά αποκαλούμενα **Προσαρμοστικά Περιβάλλοντα Μάθησης – Adaptive Learning Environments**) αποσκοπούν στην υποστήριξη των μαθητών για την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων σε ένα συγκεκριμένο τομέα μάθησης. Σύμφωνα με τον ορισμό του **Προσαρμοστικού Συστήματος Μάθησης** που παρέχεται από την Εγκυκλοπαίδεια των Επιστημών της Μάθησης (Encyclopedia of the Sciences of Learning), πρόκειται για ένα ψηφιακό μαθησιακό περιβάλλον, που **προσαρμόζει** τις διδακτικές και μαθησιακές προσεγγίσεις καθώς και το διδακτικό υλικό στις **δυνατότητες** και τις **ανάγκες** του εκάστοτε μαθητή.

Στόχος τους είναι να ενισχυθεί η ατομική διαδικασία μάθησης σε σχέση με την ταχύτητα, την ακρίβεια, την ποιότητα και την ποσότητα της μάθησης. Ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών τεχνικών προσαρμογής χρησιμοποιείται στα σύγχρονα προσαρμοστικά περιβάλλοντα μάθησης. Η εφαρμογή αυτών των τεχνικών βασίζεται σε πληροφορίες σχετικά με τον συγκεκριμένο μαθητή, που είναι αποθηκευμένες στο μοντέλο του εκάστοτε μαθητή.

Τα Προσαρμοστικά Συστήματα Μάθησης μπορούν να αναχθούν σε δύο διαφορετικά σημεία προέλευσης, αφενός στην έρευνα των Ευφυών Συστημάτων Διδασκαλίας (**Intelligent Tutoring Systems - ITS**) και αφετέρου στο αυξανόμενο ενδιαφέρον για διαδικτυακή μάθηση (**Web-based Learning**). Μαζί με την πρόοδο της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής νοημοσύνης, έχουν αναπτυχθεί και τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (Weber 2012).

Τα **ILE (Intelligent Learning Environments)** είναι ένας σύνθετος όρος που συνεπάγεται τη χρήση ενός συνδυασμού τεχνικών και τεχνολογιών διαδικτυακής μάθησης (π.χ. Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης – Learning Management Systems - LMS) και διαδραστικών μαθησιακών προσεγγίσεων, προκειμένου να επιτευχθεί ένα σενάριο συνεχούς διδασκαλίας στη ζωή του μαθητή. Η κύρια ιδέα του ILE είναι να διδάξει σε έναν μαθητή, πώς να αποκτήσει γνώσεις και βαθύτερη κατανόηση ενός θέματος, βασιζόμενο στην προηγούμενη εμπειρία του μαθητή για το συγκεκριμένο θέμα. Οι ιδέες της διαδραστικής μάθησης εξελίσσονται συνεχώς και ο κλάδος της εξέλιξης των LMS που συνδέονται με την AI είναι το Ευφύες Σύστημα Διδασκαλίας

(Intelligent Tutoring System - ITS). Επιπλέον, πιστεύεται ότι «η χρήση Ευφυών Συστημάτων Διδασκαλίας (ITS) οδηγεί σε μεγαλύτερη επιτυχία από τη συμμετοχή στην παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη και τη μελέτη εντύπων» (Ma 2014)

Η βασική τους ιδέα είναι να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με τις απαντήσεις των μαθητών και να τα εφαρμόσουν με τέτοιο τρόπο «ώστε να διαμορφώσουν τις γνώσεις, τα κίνητρα ή το συναίσθημα των μαθητών, με σκοπό να προσαρμόσουν την εκπαίδευση στις ατομικές τους ανάγκες» (American Psychological Association 2015).

7.1 - ITS – Personal Tutors – Χρησιμοποιώντας τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας με σκοπό την κατάλληλη ανατροφοδότηση (Personal Feedback)

Η προσωπική διδασκαλία (ένας δάσκαλος ανά μαθητή) θεωρείται από καιρό ως η πιο αποτελεσματική προσέγγιση στη διδασκαλία και την εκμάθηση. Δυστυχώς, η διδασκαλία αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί για όλους τους μαθητές. Όχι μόνο δεν θα υπάρξουν ποτέ τόσοι εκπαιδευτικοί, αλλά και να υπήρχαν, δεν θα ήταν ποτέ προσιτή. Τα ITS χρησιμοποιούν τεχνικές AI για την προσομοίωση μιας ατομικής διδασκαλίας, παρέχοντας μαθησιακές δραστηριότητες που ταιριάζουν καλύτερα στις γνωσιακές ανάγκες του εκπαιδευόμενου και παρέχοντας στοχοθετημένη και έγκαιρη **ανατροφοδότηση (feedback)**, χωρίς να χρειάζεται να υπάρχει ένας ατομικός δάσκαλος. Ορισμένα ITS θέτουν στον μαθητή τον έλεγχο της μάθησής του, προκειμένου να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες αυτορρύθμισης. Άλλα χρησιμοποιούν παιδαγωγικές στρατηγικές για να μεταμορφώσουν τη μάθηση, έτσι ώστε ο εκπαιδευόμενος να αντιμετωπιστεί και να υποστηριχθεί κατάλληλα. Π.χ. **Buggy, iTalk2Learn** (Luckin et al. 2016).

Τα ITS έχουν αναπτυχθεί από ερευνητικά εργαστηριακά προγράμματα, όπως το **Why-2 Atlas**, το οποίο υποστήριζε διάλογο μεταξύ ανθρώπου-μηχανής για την επίλυση προβλημάτων φυσικής (VanLehn et al. 2002).

Η ταχεία μετάβαση των ITS από τα εργαστηριακά πειραματικά στάδια στην πραγματική χρήση είναι εκπληκτική και ευπρόσδεκτη. Λογισμικά που μπορεί να κατεβάσει κανείς από το Διαδίκτυο και online συστήματα, όπως το **CarnegieSpeech** ή το **Duolingo** παρέχουν εκπαίδευση ξένων γλωσσών χρησιμοποιώντας την Αναγνώριση Αυτόματης Ομιλίας (Automatic Speech Recognition–ASR) και τεχνικές NLP (Natural

Language Processing – Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας) για την αναγνώριση των γλωσσικών σφαλμάτων και την παροχή βοήθειας στους χρήστες, έτσι ώστε να τα διορθώσουν (“Carnegie Learning,” 2020).

Συστήματα διδασκαλίας, όπως το **Carnegie Cognitive Tutor**, χρησιμοποιήθηκαν στα γυμνάσια και λύκεια των ΗΠΑ για να βοηθήσουν τους μαθητές να μάθουν μαθηματικά. Άλλα ITS έχουν αναπτυχθεί για την εκμάθηση γεωγραφίας, κυκλωμάτων και επίσης στην ιατρική διάγνωση, τους υπολογιστές και τον προγραμματισμό, τη γενετική και τη χημεία. Αυτοί οι καθοδηγητές γνώσης (**Cognitive tutors**) χρησιμοποιούν λογισμικό για να μιμηθούν το ρόλο ενός καλού δασκάλου, για παράδειγμα, παρέχοντας οδηγίες όταν ένας φοιτητής δυσκολεύεται σε ένα μαθηματικό πρόβλημα. Ανάλογα με τις οδηγίες που ζήτησε ο μαθητής και την απάντηση που έδωσε, ο δάσκαλος παρέχει συγκεκριμένη και στοχευμένη ανατροφοδότηση.

Το **iTalk2Learn** είναι ένα ευρωπαϊκό πρόγραμμα με σκοπό την ανάπτυξη μιας ανοιχτής έξυπνης πλατφόρμας διδασκαλίας, που υποστηρίζει την εκμάθηση μαθηματικών για μαθητές ηλικίας 5 έως 11 ετών. Η χρήση της τεχνολογίας αιχμής επιτρέπει στους μαθητές να μάθουν από ένα σύστημα με πιο φυσικό τρόπο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να προσφέρουν το σωστό μάθημα την κατάλληλη στιγμή για κάθε παιδί, επιτρέποντας την εξατομικευμένη μάθηση σε κλίμακα. Το iTalk2Learn είναι ένα διεπιστημονικό έργο που συγκεντρώνει εμπειρογνομosύνη από τη μηχανική μάθηση, τη μοντελοποίηση χρηστών, τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας, την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, την εκπαιδευτική ψυχολογία και την μαθηματική εκπαίδευση. Βασικές καινοτομίες του είναι οι παρακάτω:

Προσαρμοστική αλληλουχία: Ο Recommender μαθήματος (ο πράκτορας που προτείνει το μάθημα) λαμβάνει υπόψη όλες τις ιστορικές επιδόσεις σε μια ολόκληρη βάση μαθητών, καθώς και τα πρότυπα συμπεριφοράς κάθε μεμονωμένου μαθητή, προκειμένου να προσαρμοστεί το μάθημα πιο έξυπνα στις ανάγκες του.

Αναγνώριση ομιλίας: Δυνατότητα αλληλεπίδρασης και ανταπόκρισης στην ομιλία ενός μαθητή καθ’ όλη τη διάρκεια μιας διδακτικής περιόδου για τον εντοπισμό προτύπων συμπεριφοράς, στάσης απέναντι στην μαθησιακή και συναισθηματική κατάσταση.

Εξερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης: Μια πλούσια ποικιλία δομημένων μαθησιακών εργασιών και εξερευνητικών μαθησιακών περιβαλλόντων για την

προώθηση τόσο των διαδικαστικών, όσο και των εννοιολογικών γνώσεων (Grawemeyer, Gutierrez-Santos, et al. 2015).

Το **MATHia** (Mathia, CarnegieLearning), το έξυπνο 1 προς 1 μαθηματικό λογισμικό, δεν λέει μόνο στους μαθητές πότε έχουν κάνει λάθος, αλλά είναι σαν να έχουν έναν προπονητή δίπλα τους, παρέχοντας ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και παραδείγματα για να δείξει στους μαθητές γιατί έλυσαν κάποιο πρόβλημα λάθος, και πώς να το διορθώσουν.

Οι εφαρμογές ITS αυξάνονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Ένα ITS που ονομάζεται **SHERLOCK** (Lesgold 1988) χρησιμοποιήθηκε για να διδάξει στους τεχνικούς της Πολεμικής Αεροπορίας τη διάγνωση προβλημάτων στα ηλεκτρικά συστήματα των αεροσκαφών. Και το Ινστιτούτο Επιστημών της Πληροφορίας (Institute of Information Sciences) του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας έχει αναπτύξει προηγμένες μεθόδους κατάρτισης βασισμένες σε avatar για να εκπαιδεύσει στρατιωτικό προσωπικό που αποστέλλεται σε διεθνείς θέσεις, με την κατάλληλη συμπεριφορά, όταν ασχολούνται με ανθρώπους από διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο. Νέοι αλγόριθμοι για εξατομικευμένη καθοδήγηση, όπως ο Bayesian Knowledge Tracking, επιτρέπει την εξατομικευμένη μάθηση και την επίλυση προβλημάτων αλληλουχίας (Yudelson, Koedinger, and Gordon 2013).

Το **ActiveMath** είναι ένα γενικό σύστημα εκμάθησης μέσω διαδικτύου που παράγει δυναμικά διαδραστικά (μαθηματικά) μαθήματα προσαρμοσμένα στους στόχους, τις προτιμήσεις και τις δυνατότητες του μαθητή. Το περιεχόμενο αναπαρίσταται σε μια σημασιολογική βάση XML. Για κάθε χρήστη, το κατάλληλο περιεχόμενο ανασύρεται από μια βάση γνώσεων και το μάθημα παράγεται ξεχωριστά, σύμφωνα με τους παιδαγωγικούς κανόνες. Στη συνέχεια, το μάθημα παρουσιάζεται στο χρήστη μέσω ενός τυπικού φυλλομετρητή-web browser (Melis and Siekmann 2004).

Το **BEETLEII** είναι ένα εκπαιδευτικό διαλογικό σύστημα, που έχει σχεδιαστεί για να δέχεται απεριόριστες γλωσσικές εισόδους και υποστηρίζει πειραματισμούς με διαφορετικό προγραμματισμό εκμάθησης και στρατηγικές διαλόγου (Dzikovska et al. 2010).

Το **EER-Tutor** είναι ένα ευφυές σύστημα διδασκαλίας που διδάσκει σχεδιασμό εννοιολογικών βάσεων δεδομένων. Στους σπουδαστές παρέχεται ένα περιβάλλον επίλυσης προβλημάτων, όπου σχεδιάζουν το μοντέλο δεδομένων για ένα σενάριο

πραγματικού κόσμου. Είναι εμπλουτισμένο με προσαρμοστικούς διαλόγους για να διευκολύνεται η συζήτηση και η επίλυση των λαθών. Οι διάλογοι προσαρμόζονται ανάλογα με το μοντέλο μαθητή (Weerasinghe and Mitrovic 2011).

Το **AutoTutor** είναι ένας διαλογικός πράκτορας (conversational agent), που βοηθά τους φοιτητές να μάθουν την ορολογία των υπολογιστών. Δεν είναι ένα απλό σύστημα παροχής πληροφοριών, αλλά ένα σύστημα που βοηθάει τους φοιτητές να διαμορφώσουν ενεργά τις γνώσεις τους μέσω συνομιλιών. Οι διάλογοι παρέχονται από έναν πράκτορα-παιδαγωγό, που προσομοιώνει τους ανθρώπινους δασκάλους (A. C. Graesser et al. 2001).

Στο (Rajan et al. 2001) ενσωματώνονται στο AutoTutor, εκείνες οι συμπεριφορές των φοιτητών, που φανερώνουν το ενδιαφέρον τους. Περιλαμβάνουν παραλλαγές στη χροιά της φωνής, τις κινήσεις του κεφαλιού, τις κινήσεις του βραχίονα και του χεριού, τις εκφράσεις του προσώπου, τα μάτια που ανοιγοκλείνουν, την κατεύθυνση του βλέμματος και προηγούμενες ανατροφοδοτήσεις.

Η καινοτομία του **SquirrelAI** έγκειται στο μέγεθος και την κλίμακα που αναπτύσσεται. Για κάθε μάθημα που προσφέρει, υποδιαιρεί το θέμα στα μικρότερα πιθανά εννοιολογικά κομμάτια. Τα μαθηματικά Γυμνασίου, για παράδειγμα, χωρίζονται σε πάνω από 10.000 ατομικά στοιχεία, ή «σημεία γνώσης» (Knowledge Points), όπως τους ρητούς αριθμούς, τις ιδιότητες ενός τριγώνου και το Πυθαγόρειο θεώρημα. Ο στόχος είναι να διαγνωσθούν τα κενά κατανόησης ενός μαθητή όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Συγκριτικά, ένα βιβλίο μπορεί να χωρίσει το ίδιο θέμα σε 3.000 σημεία γνώσης. Το **ALEKS**, μια προσαρμοστική πλατφόρμα μάθησης που αναπτύχθηκε από την McGraw-Hill στις ΗΠΑ, και το οποίο ενέπνευσε το Squirrel, χωρίζει το ίδιο θέμα σε περίπου 1.000 σημεία γνώσης. Μόλις καθοριστούν τα σημεία γνώσης, συνδυάζονται διαλέξεις βίντεο, σημειώσεις, παραδείγματα και πρακτικά προβλήματα. Οι σχέσεις των σημείων γνώσης - πώς βασίζονται το ένα στο άλλο και πώς αλληλεπικαλύπτονται - κωδικοποιούνται σε ένα «γράφο γνώσεων».

Με το **SquirrelAI**, ο μαθητής ξεκινά το μάθημα με ένα σύντομο διαγνωστικό τεστ, για να αξιολογηθεί το επίπεδο του στην κατανόηση των βασικών εννοιών. Αν απαντήσει σωστά σε μια αρχική ερώτηση, το σύστημα υποθέτει, ότι ο μαθητής γνωρίζει σχετικές έννοιες και μπορεί να προχωρήσει. Με 10 ερωτήσεις, το σύστημα σκιαγραφεί το που πάνω πρέπει να εργαστεί ο μαθητής και οικοδομεί ένα πρόγραμμα

σπουδών. Καθώς συνεχίζεται η μελέτη, το σύστημα ενημερώνει το μοντέλο κατανόησης του μαθητή και προσαρμόζει ανάλογα το πρόγραμμα σπουδών. Καθώς περισσότεροι μαθητές χρησιμοποιούν το σύστημα, εντοπίζονται οι μη πραγματοποιημένες συνδέσεις μεταξύ των εννοιών. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης στη συνέχεια ενημερώνουν τις σχέσεις στο γνωστικό γράφο, λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις νέες συνδέσεις (Hao 2019).

Το **i-Ready Learning** συλλέγει πλούσια δεδομένα από το **i-Ready Assessment**, με σκοπό να προσφέρει εξατομικευμένες διαδρομές μάθησης για κάθε μαθητή, εξισορροπώντας την αυστηρότητα με την προσβασιμότητα. Συναντά τους εκπαιδευόμενους στο επίπεδο τους, τους βοηθά να λύνουν προβλήματα και τους παρακινεί να συνεχίσουν την πρόοδό τους. Το **i-Ready Personalized Instruction** έχει σχεδιαστεί ειδικά για τη διαφοροποιημένη αίθουσα διδασκαλίας. Οι σπουδαστές καλούνται να εργαστούν στο επίπεδο ικανότητας τους και παρακινούνται με ανταμοιβές για την πρόοδό τους, γεγονός που τους ενθαρρύνει να αναλάβουν την ευθύνη της μάθησής τους. Τα διαδικτυακά μαθήματα είναι αυστηρά, προσφέροντας στους σπουδαστές ρητές οδηγίες, όταν τους χρειάζονται, και παρέχοντας συστηματική εξάσκηση και βηματική ανατροφοδότηση, προωθώντας την αναπτυγμένη αντίληψη και κατανόηση (Curriculum Associates 2020).

Το **Knewton** είναι ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα - που ανταποκρίνεται σε πραγματικό χρόνο, στις επιδόσεις και τη δραστηριότητα του κάθε μαθητή στο σύστημα και μεγιστοποιεί την πιθανότητα ο μαθητής να κατακτήσει τους μαθησιακούς του στόχους, παρέχοντας τη σωστή διδασκαλία, τη σωστή στιγμή, για το σωστό αντικείμενο. Με άλλα λόγια, ενώ τα προσαρμοστικά τεστ απαντούν στην ερώτηση «Πώς μπορώ να αποκτήσω την ακριβέστερη εικόνα της γνωστικής κατάστασης ενός μαθητή με ένα σταθερό αριθμό ερωτήσεων;», η προσαρμοστική μάθηση απαντά στην ερώτηση: «Λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα γνωστική κατάσταση του μαθητή, πάνω σε τι θα πρέπει να εργαστεί αυτός ο μαθητής στη συνέχεια;» (Knewton 2012).

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του **ALEKS** είναι ότι χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να χαρτογραφήσει με λεπτομέρεια τις γνώσεις κάθε σπουδαστή. Το ALEKS «ξέρει» σε κάθε στιγμή, σε σχέση με κάθε μεμονωμένο θέμα, αν ο μαθητής το γνωρίζει. Εάν όχι, το ALEKS επίσης γνωρίζει αν ο μαθητής **είναι έτοιμος** να το μάθει εκείνη τη στιγμή. Το ALEKS χρησιμοποιεί αυτή τη γνώση για να κάνει την μάθηση πιο αποτελεσματική και αποδοτική, προσφέροντας συνεχώς στον

εκπαιδευόμενο επιλογές θεμάτων που είναι έτοιμος να μάθει εκείνη τη στιγμή. Έτσι αυξάνεται η εμπιστοσύνη των μαθητών και η δυναμική της μάθησης (McGraw Hill, ALEKS).

Το **DreamBox Learning Math** επιτρέπει την ομαλή ενσωμάτωση της διδασκαλίας και της αξιολόγησης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από κάθε μάθημα. Οι ατομικές και καίριες εκπαιδευτικές εμπειρίες είναι βαθιά εξατομικευμένες για κάθε τύπο φοιτητή, ώστε να παρέχεται το σωστό επόμενο μάθημα, στο σωστό επίπεδο δυσκολίας, την κατάλληλη στιγμή. Η τεχνολογία Intelligent Adaptive Learning παρακολουθεί την αλληλεπίδραση κάθε μαθητή και αξιολογεί τις μεθόδους που χρησιμοποιεί για την επίλυση των προβλημάτων. Στη συνέχεια ρυθμίζει αμέσως το μάθημα και το επίπεδο δυσκολίας, την αλληλουχία, τον αριθμό υποδείξεων και τη βηματοδότηση ανάλογα με την περίπτωση. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να προχωρούν με το ρυθμό που τους ωφελεί καλύτερα και να εμβαθύνουν στην εννοιολογική κατανόηση (*DreamBox Learning, 2020*).

Το **CAPIT** είναι ένα Ευφυές Σύστημα διδασκαλίας (ITS), που διδάσκει στους μαθητές τους μηχανικούς κανόνες της αγγλικής γραμματοσειράς και στίξης. Οι μαθητές αξιοποιώντας την αλληλεπίδραση του συστήματος κάνουν κεφαλαία και βάζουν σημεία στίξης σε μικρού μήκους κείμενα με μικρά γράμματα και χωρίς σημεία στίξης. Το σύστημα μοντελοποιεί το πεδίο αυτό της γραμματικής με ένα σύνολο περιορισμών και κανόνων που καθορίζουν τα σωστά σημεία στίξης και κεφαλαίων και δίδεται ανατροφοδότηση στους παραβιαζόμενους περιορισμούς (Mayo, Mitrovic, and McKenzie 2000).

Το **ITSPOKE** είναι ένα ομιλούμενο διαλογικό σύστημα που χρησιμοποιεί ως "back-end" σύστημα το "Why2-Atlas", το οποίο όμως βασίζεται στο κείμενο. Ένας μαθητής πληκτρολογεί πρώτα μια απάντηση σε ένα ποιοτικό πρόβλημα φυσικής. Στη συνέχεια, το ITSPOKE δεσμεύει τον μαθητή σε προφορικό διάλογο για να παράσχει ανατροφοδότηση, να διορθώσει εσφαλμένες αντιλήψεις και να δώσει περισσότερες πλήρεις εξηγήσεις (D. J. Litman and Silliman 2004).

Το **Thermo-Tutor**, είναι ένα Ευφυές Σύστημα Διδασκαλίας (ITS) που διδάσκει θερμοδυναμικούς κύκλους σε κλειστά συστήματα. Το Thermo-Tutor παρέχει την ευκαιρία στους μαθητές να εξασκήσουν τις δεξιότητές τους με την επίλυση προβλημάτων. Όταν ένας μαθητής υποβάλλει μια λύση, το Thermo-Tutor την αναλύει

και παρέχει την κατάλληλη ανατροφοδότηση. Μια πρώτη αξιολόγηση του Thermo-Tutor πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστήμιο του Canterbury. Τα ευρήματα δείχνουν ότι τα ITS υποστηρίζουν αποτελεσματικά τη μάθηση των σπουδαστών (Mitrovic et al. 2011).

Το **Oscar** είναι ένα διαλογικό ευφύες σύστημα διδασκαλίας (CITS – Conversational Intelligent Tutoring System) που καθοδηγεί μια συνομιλία με τον σπουδαστή και δυναμικά προβλέπει και προσαρμόζεται στο στυλ της μάθησής του. Το Oscar στοχεύει στο να μιμείται έναν ανθρώπινο εκπαιδευτή, διαμορφώνοντας σιωπηρά το στυλ εκμάθησης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και προσωποποιώντας το υλικό διδασκαλίας, με σκοπό να ενισχύσει την αυτοπεποίθηση και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής εμπειρίας. Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να διερευνήσουν και να συζητήσουν θέματα στη φυσική τους γλώσσα, συμβάλλοντας στη βαθύτερη κατανόηση του θέματος (Latham et al. 2012).

Το Ευφύες Σύστημα Διδασκαλίας της PHP (PHP Intelligent Tutoring System- **PHPITS**) δημιουργήθηκε για να διευκολύνει την εκμάθηση του διαδικτυακού προγραμματισμού (Web Programming). Το PHP ITS, προκειμένου να διδάξει προγραμματισμό περιλαμβάνει ασκήσεις προγραμματισμού. Στη συνέχεια αναλύει τις λύσεις των ασκήσεων και παρέχει την κατάλληλη ανατροφοδότηση. Η μεγάλη πρόκληση βρίσκεται στο ότι μια άσκηση προγραμματισμού σπάνια έχει μια μοναδική λύση (Weragama and Reye 2013).

Το **JavaTutor** είναι ένα έξυπνο σύστημα διδασκαλίας για την εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών, το οποίο δουλεύει παράλληλα με τους φοιτητές για να τους υποστηρίξει μέσω γνωστικών (δεξιότητες και γνώσεις) αλλά και συναισθηματικών ανατροφοδοτήσεων. Το JavaTutor στοχεύει στην αλληλεπιδραστική και κλιμακωτή υποστήριξη των φοιτητών. Οι συμπεριφορές του JavaTutor αναπτύχθηκαν μέσα σε ένα νέο πλαίσιο, που αξιοποιεί την μηχανική μάθηση για την απόκτηση στρατηγικών εκμάθησης από δεδομένα που συλλέγονται στο πλαίσιο εκπαιδευτικών ενοτήτων μεταξύ των αρχάριων μαθητών και των έμπειρων ανθρώπων εκπαιδευτών (Wiggins et al. 2015).

Το **Highlight** (Leon 2015) είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα εξατομικευμένης μάθησης που παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών μέσω πολλών παρόχων περιεχομένου. Οι μαθητές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ψηφιακό περιεχόμενο,

εργαλεία και πόρους του Ιστού, με ένα μόνο κλικ. Το Highlight αναγνωρίζει αυτόματα τα μοτίβα στην επίδοση των μαθητών, εξοικονομώντας χρόνο στους εκπαιδευτικούς και διευκολύνοντας την προσαρμογή της μαθησιακής εμπειρίας. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ελέγχουν την πρόοδο της τάξης σε σχέση με τους στόχους και να βλέπουν τις τάσεις στην επίδοση με την πάροδο του χρόνου.

| # | ITS | Γνωστικό πεδίο/Σκοπός | Κοινό στο οποίο απευθύνεται |
|----|------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | iTalk2Learn | Μαθηματικά | Μαθητές ηλικίας 4-12 ετών |
| 2 | Why-2 Atlas | Φυσική | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 3 | CarnegieSpeech | Αγγλική γλώσσα | Όλες οι ηλικίες |
| 4 | Duolingo | Ξένες Γλώσσες | Όλες οι ηλικίες |
| 5 | MATHia | Μαθηματικά | Μαθητές ηλικίας 15-18 ετών |
| 6 | SHERLOCK | Ηλεκτρονικά Συστήματα Αεροσκαφών | Τεχνικοί της Πολεμικής Αεροπορίας |
| 7 | ActiveMath | Μαθηματικά | Μαθητές ηλικίας 4-12 ετών |
| 8 | BEETLEII | Ορολογία υπολογιστικών συστημάτων | Μαθητές ηλικίας 4-12 ετών |
| 9 | EER-Tutor | Βάσεις Δεδομένων | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 10 | AutoTutor | Ορολογία υπολογιστικών συστημάτων | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 11 | Squirrel AI | Κινέζικα, Μαθηματικά, Αγγλικά, Φυσική, και Χημεία | Μαθητές ηλικίας 4-12 ετών |
| 12 | i-Ready Learning | Γλώσσα και Μαθηματικά | Μαθητές ηλικίας 4-12 ετών |
| 13 | Knewton | Πλατφόρμα που βασίζεται σε Analytics και κάνει προτάσεις. Στους φοιτητές σε πραγματικό χρόνο, βάσει του μαθησιακού τους στυλ και των ατομικών τους αναγκών | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 14 | ALEKS | Μαθηματικά | Όλες οι ηλικίες |
| 15 | DreamBox LearningMath | Μαθηματικά | Μαθητές ηλικίας 5-14 ετών |
| 16 | CAPIT | Κανόνες της αγγλικής γραμματοσειράς και στίξης | Όλες οι ηλικίες |
| 17 | ITSPOKE | Φυσική | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 18 | Thermo-Tutor | Θερμοδυναμική | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 19 | Oscar | Προβλέπει το μαθησιακό στυλ του φοιτητή | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 20 | PHPITS | Διαδικτυακός Προγραμματισμός | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 21 | JavaTutor | Γλώσσα Προγραμματισμού Java | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 22 | Highlight | Πολλαπλό περιεχόμενο | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 23 | Watson Education | Παρέχει εξατομικευμένη μάθηση βάσει των αναγκών των μαθητών και την εξατομίκευση των μαθησιακών δραστηριοτήτων | Φοιτητές Πανεπιστημίου |
| 24 | Cerego | Πλατφόρμα βασισμένη σε αλγόριθμους που αξιολογεί την ατομική μνήμη | Εταιρίες και Πανεπιστήμια |

Πίνακας 1. Παραδείγματα Ευφρών Συστημάτων Διδασκαλίας και Εξατομικευμένων Πλατφορμών Μάθησης (Intelligent Tutoring Systems/Personalized Learning Platforms)

Το **Watson Education** (Watson Education IBM) είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία που βοηθά τους εκπαιδευτικούς να παρέχουν εξατομικευμένη μάθηση, με σκοπό να βελτιωθούν τα αποτελέσματα των μαθητών τους. Αυτό επιτυγχάνεται αποκτώντας τα δεδομένα που θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν τις ανάγκες των μαθητών και να εξατομικεύσουν τις μαθησιακές τους δραστηριότητες. Χρησιμοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη ως πρόσθετο βοηθό στην τάξη, στόχος της πλατφόρμας είναι να ενθαρρύνει τη δια βίου μάθηση, όπου κάθε άτομο έρχεται σε επαφή με τα εξατομικευμένα εργαλεία που του χρειάζονται για να πετύχει στο σχολείο και πέραν αυτού.

Το **Cerego** (“Cerego” 2020) είναι μια πλατφόρμα βασισμένη σε αλγόριθμους που αξιολογεί την ατομική μνήμη του εκπαιδευόμενου και δημιουργεί το βέλτιστο πρόγραμμα για αποτελεσματική καθοδηγούμενη μάθηση. Το Cerego διασφαλίζει ότι οι μαθητές μαθαίνουν και ελέγχουν το σωστό υλικό την κατάλληλη στιγμή - λίγο πριν το ξεχάσουν. Βοηθά τους μαθητές να μάθουν τα σημαντικά πράγματα με τη δική τους ταχύτητα. Ποσοτικοποιεί αυτό που γνωρίζουν οι μαθητές τώρα και προβλέπει πώς θα αποδώσουν στο μέλλον. Οι εκπαιδευτικοί παίρνουν μια πλούσια εικόνα της γνώσης και της ικανότητας των μαθητών τους, ώστε να μπορούν να σχεδιάσουν ανάλογα στο μέλλον.

7.2 – Assessment - Η Αξιολόγηση ως μέσο παρακολούθησης της επίδοσης των μαθητών

Το ITS μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικός που απαντά σε ερωτήσεις σχετικά με τις εργασίες ή το πρόγραμμα σπουδών. Ταυτόχρονα, βοηθά στον εντοπισμό των μαθησιακών κενών στην απόδοση των μαθητών. Βασικά, ο εκπαιδευτικός αξιολογεί ένα σύνολο δειγμάτων μαθητικών απαντήσεων και το ITS δημιουργεί ένα υπολογιστικό μοντέλο, που περιλαμβάνει κανόνες που συνήγαγε σχετικά με τις αποφάσεις βαθμολόγησης του εκπαιδευτικού. Έπειτα, αυτό το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βαθμολογήσει τις εργασίες άλλων μαθητών.

Ένα παράδειγμα είναι οι μαθησιακές δραστηριότητες με χρήση ταμπλέτας στην τάξη, όπως αναπτύσσεται στο εργαστήριο METAH της Γκρενόμπλ (Quignard, Tchounikine, and Wang 2018). Αυτό το σύστημα επιτρέπει τον έλεγχο κάθε βήματος που κάνουν οι μαθητές στην τάξη. Μπορεί να υποστηρίζει μαθήματα μαθηματικών, φυσικής, βιολογίας και άλλων τομέων. Οι μαθητές χρησιμοποιούν ταμπλέτα κατά την

διεκπεραίωση των καθηκόντων και την επίλυση των εργασιών τους, ενώ ο εκπαιδευτικός είναι σε θέση να τους ελέγχει και να τους αξιολογεί.

Η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων βοηθά επίσης στην αποφυγή του άγχους, που συνοδεύει τους μαθητές κατά τη διάρκεια των εξετάσεων. Ο συγγραφέας του άρθρου (Kaklauskas 2015) έχει αναπτύξει ένα Ευφυές σύστημα Ανάλυσης Μαθητών (IPA – Intelligent Pupil Analysis), το οποίο είναι ανώτερο από την παραδοσιακή έρευνα ανάλυσης μαθητών. Ολοκληρώνει την ανάλυση των μαθητών με υποσυστήματα υποστήριξης αποφάσεων, έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας και συστημάτων προτάσεων, καθώς και καινοτόμων μοντέλων από τη βάση μοντέλων.

Η τεχνική, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται για την έγκαιρη αναγνώριση της αποτυχίας των μαθητών, είναι η Εκπαιδευτική Εξόρυξη Δεδομένων (**EDM – Educational Data Mining**) (Costa et al. 2017). Οι συγγραφείς του άρθρου απέδειξαν ότι οι τεχνικές EDM είναι «επαρκώς αποτελεσματικές για την ταχεία αναγνώριση των ακαδημαϊκών αποτυχιών των μαθητών και, στη συνέχεια, είναι χρήσιμες για να παρέχουν στους εκπαιδευτικούς πληροφορίες που θα τους βοηθήσουν στην ανάληψη αποφάσεων». Εκτός από τις κλασικές μεθόδους εξόρυξης δεδομένων, το EDM επίσης ερευνά μετρικές ψυχολογίας για να κατανοήσει καλύτερα τη συμπεριφορά των μαθητών. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι «εξόρυξης ψυχολογίας» συμβάλλουν στη διαίρεση των μαθητών σε ομάδες σύμφωνα με τον δείκτη Myers-Briggs (“Myers-Briggs” 2020).

Τα πλεονεκτήματα της αξιολόγησης με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης είναι η αποτελεσματικότητα, η συνέπεια στην εφαρμογή των ίδιων κριτηρίων στους μαθητές και η άμεση και λεπτομερής ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοση (Chassignol et al. 2018).

Ένα παράδειγμα ITS for Assessment είναι το **ASSISTments** (Heffernan and Heffernan 2014). Καθώς οι μαθητές ολοκληρώνουν την εργασία τους, λαμβάνουν συμβουλές και εξηγήσεις για να τους βοηθήσουν στην κατανόηση των προβλημάτων. Ξέρουν αμέσως εάν η απάντησή τους είναι σωστή ή λάθος, μπορούν να κάνουν πολλές προσπάθειες και μπορούν να επιτύχουν μερική βαθμολογία. Στο τέλος κάθε εργασίας, ο μαθητής λαμβάνει μια αναφορά αποτελεσμάτων, όπου αναφέρεται λεπτομερώς η απόδοσή του. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις αναφορές των εργασιών σε πραγματικό χρόνο, οι οποίες περιγράφουν λεπτομερώς την απόδοση των

μαθητών και των τάξεων, ώστε να ενημερώνουν την καθημερινή διδασκαλία. Οι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν πόσο χρόνο εργάστηκαν οι μαθητές, τις σωστές και λανθασμένες απαντήσεις, καθώς και τις υποδείξεις και απαντήσεις στις οποίες είχαν πρόσβαση. Η αναφορά τάξης επισημαίνει κοινές λανθασμένες απαντήσεις και δίνει ποσοστά σωστών απαντήσεων, έτσι ώστε οι εκπαιδευτικοί να καταλαβαίνουν που οι μαθητές χρειάζονται υποστήριξη, προτού καν εισέλθουν στην τάξη.

7.3 - Ευφυής υποστήριξη για συνεργατική μάθηση

Η έρευνα εδώ και δεκαετίες έχει δείξει ότι η συνεργασία, είτε ανάμεσα σε ένα ζεύγος μαθητών που αναλαμβάνουν ένα έργο μαζί, είτε σε μια κοινότητα μαθητών που συμμετέχουν σε ένα διαδικτυακό μάθημα, μπορεί να προωθήσει υψηλότερα μαθησιακά αποτελέσματα από ό, τι η ατομική μάθηση (Dillenbourg, Baker, and Malley 1995). Η συνεργατική μάθηση είναι αποτελεσματική, γιατί ενθαρρύνει τους συμμετέχοντες να αρθρώσουν και να δικαιολογήσουν τη σκέψη τους, να προβληματιστούν με άλλες εξηγήσεις, να επιλύσουν διαφορές μέσω εποικοδομητικού διαλόγου και οικοδόμησης κοινής γνώσης και νοήματος. Η συνεργατική μάθηση μπορεί επίσης να ενισχύσει τα κίνητρα. Αν οι μαθητές νοιάζονται για την ομάδα, γίνονται πιο αφοσιωμένοι στο έργο και πετυχαίνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Slavin 2010).

Ωστόσο, η έρευνα δείχνει επίσης, ότι η συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευομένων δεν συμβαίνει αυθόρμητα (Muehlenbrock 2006). Για παράδειγμα, τα μέλη της ομάδας μπορεί να μην έχουν τις δεξιότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης που απαιτούνται για να συνεργαστούν αποτελεσματικά. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολο στο πλαίσιο διαδικτυακών συνεργασιών, όπου οι συμμετέχοντες σπάνια συναντιούνται αυτοπροσώπως.

Εδώ είναι που μπορεί να συνεισφέρει η AIED. Έχουν διερευνηθεί αρκετές προσεγγίσεις. Θα εστιάζουμε σε τέσσερις: τον προσαρμοζόμενο σχηματισμό ομάδων, την διευκόλυνση ειδικών, τους εικονικούς πράκτορες και την ευφυή εποπτεία.

Προσαρμοζόμενος σχηματισμός ομάδας: Χρησιμοποιούνται τεχνικές AI και πληροφορίες για τους μεμονωμένους συμμετέχοντες, ώστε να σχηματιστούν τα μοντέλα των μαθητών. Με βάση τα μοντέλα σχηματίζεται η ομάδα που ταιριάζει καλύτερα σε μια συγκεκριμένη συνεργατική εργασία. Ο στόχος μπορεί να είναι ο σχεδιασμός μιας ομάδας μαθητών σε παρόμοιο γνωστικό επίπεδο και παρόμοιου

ενδιαφέροντος, ή μιας ομάδας, όπου οι συμμετέχοντες έχουν διαφορετικές, αλλά συμπληρωματικές γνώσεις και δεξιότητες (Muehlenbrock 2006).

Διευκόλυνση ειδικών: Χρησιμοποιούνται μοντέλα αποτελεσματικής συνεργασίας - γνωστά ως «μοτίβα συνεργασίας» - για την παροχή διαδραστικής υποστήριξης στους συνεργαζόμενους μαθητές (McLaren, Scheuer, and Mikšátko 2010). Αυτά τα μοτίβα, είτε παρέχονται από τους δημιουργούς του συστήματος, είτε εξορύσσονται από προηγούμενες συνεργασίες. Για παράδειγμα, έχουν χρησιμοποιηθεί τεχνικές AI, όπως η μηχανική μάθηση ή η μοντελοποίηση Markov (προσέγγιση που χρησιμοποιείται στη θεωρία πιθανοτήτων για να αναπαραστήσει τυχαία μεταβαλλόμενα συστήματα) για τον προσδιορισμό αποτελεσματικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων συνεργασίας. Οι στρατηγικές αυτές μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να εκπαιδεύσουν τα συστήματα, ώστε να αναγνωρίζουν, τότε οι μαθητές αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατανόησης των εννοιών που μοιράζονται μεταξύ τους ή να παρέχουν στοχευμένη υποστήριξη, με τη σωστή μορφή, τη σωστή στιγμή. Μπορούν επίσης να δείξουν στους μαθητές (και στους δασκάλους τους), κατά πόσο ένα άτομο συμβάλλει στην ομαδική εργασία, μια ιστορικά δύσκολη δραστηριότητα για ανάλυση και αξιολόγηση (Upton and Kay 2009).

Ευφυείς εικονικοί πράκτορες: Η τρίτη προσέγγιση περιλαμβάνει τους έξυπνους εικονικούς πράκτορες που εισάγονται στη διαδικασία της συνεργασίας. Οι πράκτορες AI μπορούν να μεσολαβούν στην αλληλεπίδραση των μαθητών στο διαδίκτυο ή απλά να συμβάλλουν στους διαλόγους, ενεργώντας ως:

- Ένας ειδικός συμμετέχων (προπονητής ή δάσκαλος)
- Ένας εικονικός ομότιμος (ένας τεχνητός μαθητής με παρόμοιο γνωστικό επίπεδο με τον μαθητή, αλλά που είναι ικανός να εισαγάγει νέες ιδέες)
- Κάποιος, που οι ίδιοι οι συμμετέχοντες μπορούν να διδάξουν - για παράδειγμα, ο τεχνητός μαθητής μπορεί να έχει εσκεμμένες παρανοήσεις ή να παρέχει εναλλακτικές απόψεις για να διεγείρει παραγωγικά επιχειρήματα ή προβληματισμούς (ένα παράδειγμα αυτού του τύπου εικονικού πράκτορα βρίσκεται στο Betty's Brain, ένα μαθησιακό περιβάλλον βασισμένο σε υπολογιστή που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Vanderbilt).

Ευφυής εποπτεία: Με μεγάλους αριθμούς μαθητών, που εργάζονται σε πολλές συνεργατικές ομάδες, ο όγκος των δεδομένων που δημιουργούν οι συμμετέχοντες στις

συζητήσεις τους είναι τεράστιος. Η ευφυής εποπτεία χρησιμοποιεί τεχνικές AI, όπως η μηχανική μάθηση και η επιφανειακή επεξεργασία κειμένου (shallow text processing: μέθοδος ανάλυσης κειμένου που αναγνωρίζει - αλλά δεν «κατανοεί» - συγκεκριμένες λέξεις) για να αναλύσει και να συνοψίσει τις συζητήσεις, ώστε να δώσει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να καθοδηγήσει τους μαθητές προς μια γόνιμη συνεργασία. Για παράδειγμα, το σύστημα μπορεί να ειδοποιεί τους εκπαιδευτικούς και να τους ενημερώνει για σημαντικά γεγονότα (όπως, ότι οι μαθητές βγαίνουν εκτός θέματος ή επαναλαμβάνουν λανθασμένες αντιλήψεις) που μπορεί να απαιτούν την παρέμβαση ή την υποστήριξή τους (Laat, Chamrada, and Wegerif 2008).

7.4 - Εκπαιδευτικά Ρομπότ

Πριν από μερικές δεκαετίες, τα ρομπότ ήταν πλάσματα από ταινίες επιστημονικής φαντασίας και μυθιστορήματα, αλλά σήμερα αποτελούν πραγματικότητα. Η ρομποτική με δυνατότητα AI είναι μια αναδύομενη και ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία, παρόλο που εξακολουθεί να είναι σχετικά νέος επιστημονικός τομέας. Ο εκπαιδευτικός τομέας είναι ένας από τους τομείς, οι οποίοι εφάρμοσαν τα ρομπότ στις διαδικασίες τους (Linert and Koracek 2016), (P. Stoneetal. 2016). Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα ρομπότ που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία παιδιών διαφορετικών ηλικιών (από τεσσάρων ετών). Ο λόγος της δημοτικότητάς τους θα μπορούσε εύκολα να εξηγηθεί από τη φιλική προς τα παιδιά διεπαφή τους, την ελκυστικότητα και την διαθεσιμότητα τους. Τα ρομπότ μπορούν να διδάξουν στα παιδιά προγραμματισμό, ρομποτική, μαθηματικά, λογική, επίλυση προβλημάτων, ακόμη και βιολογία. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της πρακτικής εξάσκησης, χρησιμοποιώντας σύγχρονες προσεγγίσεις. Ένα παράδειγμα είναι τα **Cubelets** (Modular Robotics, 2020), που αντιπροσωπεύουν ένα κιτ έως 20 μπλοκ. Κάθε μπλοκ αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό ρομπότ, έτσι ώστε οι συνδυασμοί αυτών να επιτρέπουν τη δημιουργία μιας ποικιλίας δυνατοτήτων και χρήσεων. Εδώ μπορεί να γίνει κάποιου είδους κριτική, σχετικά με την ανθρώπινη αλληλεπίδραση, ειδικά όταν ένα ρομπότ AI αντικαθιστά τον δάσκαλο. Κάτι τέτοιο μπορεί να οδηγήσει σε μη σωστά αποτελέσματα ως προς την κατανόηση των κοινωνικών μηχανισμών από το παιδί. Όλοι οι μαθητές έχουν διαφορετικές καμπύλες μάθησης. Ένας καλός δάσκαλος πρέπει να παρέχει πληροφορίες, με τρόπο που να ανταποκρίνεται σε κάθε μαθητή. Μερικοί μαθητές μπορεί να έχουν συμπεριφορικά ή ψυχολογικά προβλήματα, που αναστέλλουν

ή περιπλέκουν αυτήν τη διαδικασία. Μερικά από τα παιδιά μπορεί να έχουν γονείς που συμμετέχουν πολύ ή δεν συμμετέχουν αρκετά στην εκπαίδευσή τους. Είναι ερευνητική πρόκληση οι τεχνητοί εκπαιδευτές (ρομπότ) να μπορούν να αντιμετωπίσουν τέτοιες καταστάσεις. Ενδιαφέρον παράδειγμα ρομπότ με κοινωνικές δεξιότητες είναι το **NAO** (Belraeme et al. 2018), σχεδιασμένο από τη γαλλική εταιρεία Aldebaran Robotics. Αυτό το AI ρομπότ χρησιμοποιείται ως εργαλείο διδασκαλίας για παιδιά με αυτισμό. Εξελίξεις όπως αυτή, μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην κατανόηση της προέλευσης και του μηχανισμού Uncanny Valley (η «παράξενη κοιλάδα» είναι μια υποθετική σχέση μεταξύ του βαθμού ομοιότητας ενός αντικείμενου με έναν άνθρωπο και της συναισθηματικής απόκρισης σε ένα τέτοιο αντικείμενο). Ρομπότ όπως το NAO μπορούν να βοηθήσουν στο σχεδιασμό ρομπότ που δεν θα προκαλούν αρνητικές αντιδράσεις.

Στο (Vogt et al. 2019) διεξήχθη μία μεγάλης κλίμακας μελέτη, με μια σειρά επτά μαθημάτων, που είχαν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν τα μικρά παιδιά να μάθουν το αγγλικό λεξιλόγιο ως ξένη γλώσσα, χρησιμοποιώντας ένα κοινωνικό ρομπότ, το **I2tor**. Το πείραμα σχεδιάστηκε για να διερευνήσει 1) την αποτελεσματικότητα ενός κοινωνικού ρομπότ που διδάσκει στα παιδιά νέες λέξεις κατά τη διάρκεια πολλαπλών αλληλεπιδράσεων (υποστηρίζεται από ένα τάμπλετ), 2) το πρόσθετο όφελος των εικονικών χειρονομιών ενός ρομπότ για την εκμάθηση και τη διατήρηση των λέξεων και 3) το αποτέλεσμα της μάθησης από έναν καθηγητή ρομπότ που συνοδεύεται από ένα tablet σε σχέση με τη μάθηση από μια εφαρμογή τάμπλετ μόνο. Στο δείγμα συμμετείχαν 194 παιδιά. Τα ευρήματά της έδειξαν ότι τα παιδιά είναι σε θέση να αποκτήσουν και να διατηρήσουν λέξεις λεξιλογίου στα Αγγλικά που διδάσκονται από έναν καθηγητή ρομπότ σε παρόμοιο βαθμό, όπως όταν διδάσκονται από μια εφαρμογή tablet. Επιπλέον, δεν βρέθηκε καμία ευεργετική επίδραση των εικονικών χειρονομιών ενός ρομπότ στα μαθησιακά κέρδη.

Άλλα εκπαιδευτικά ρομπότ είναι:

- το **Root**(Robotics 2020), το οποίο μαθαίνει στα παιδιά προγραμματισμό,
- το **Ozobot**(Ozobot 2020), το οποίο διδάσκει STEM - μαθητικά και επιστήμες,
- το **mBot**(mBot2013) βοηθάει τα παιδιά να μάθουν διάφορους τομείς της ρομποτικής, όπως ηλεκτρονική, συναρμολόγηση και προγραμματισμό,
- το **PLEO**(PLEOrb2012) είναι ένα ρομπότ δεινόσαυρος που βοηθά τα παιδιά να μάθουν βιολογία, εκπαιδεύοντας το ρομπότ να αντιδρά σε διαφορετικές πτυχές

του περιβάλλοντος

| # | Όνομα Ρομπότ | Σκοπός | Κοινό που απευθύνεται |
|---|-----------------|--|--------------------------------------|
| 1 | Cubelets | Σετ ρομπότ που διδάσκουν στα παιδιά τη ρομποτική, τον προγραμματισμό και τον συλλογισμό σχεδίασης μέσω της συναρμολόγησης μπλοκ ρομπότ | Παιδιά 4+ |
| 2 | NAO | Ανθρωποειδές ρομπότ που βοηθά τα παιδιά με αυτισμό να βελτιώσουν την κοινωνική τους αλληλεπίδραση | Παιδιά με αυτισμό |
| 3 | I2tor | Ένα ανθρωποειδές ρομπότ που βοηθά στην εκμάθηση δεύτερης γλώσσας | Παιδιά 4+ |
| 4 | Root | Ένα ρομπότ που βοηθά τα παιδιά να μάθουν να προγραμματίζουν | Παιδιά όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης |
| 5 | Ozobot | Διδάσκει προγραμματισμό, μαθηματικά και επιστήμες (STEM) | Παιδιά 4+ |
| 6 | mBot | Σετ ρομπότ που βοηθά τα παιδιά να μάθουν τις πτυχές της ρομποτικής, όπως ηλεκτρονική, συναρμολόγηση και προγραμματισμό | Παιδιά όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης |
| 7 | PLEO | Ρομπότ δεινόσαυρος που βοηθά τα παιδιά να μάθουν βιολογία | Παιδιά όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης |

Πίνακας 2: Παραδείγματα Εκπαιδευτικών Ρομπότ.

7.5 - Ευφυής Εικονική Πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα στη μάθηση παρέχει αυθεντικές, συναρπαστικές εμπειρίες (την υποκειμενική εντύπωση ότι κάποιος συμμετέχει σε μια ρεαλιστική εμπειρία) προσομοιώνοντας κάποια πτυχή του πραγματικού κόσμου, στην οποία ο χρήστης δεν θα είχε διαφορετικά πρόσβαση (όπως επικίνδυνα και απρόσιτα γεωγραφικά ή ιστορικά περιβάλλοντα). Η έρευνα έχει δείξει, ότι δίνοντας ευκαιρίες στους μαθητές να εξερευνήσουν, να αλληλεπιδράσουν και να χειριστούν πτυχές ενός προσομοιωμένου κόσμου, ίσως διερευνώντας σενάρια «τι θα συνέβαινε εάν», (όπως «τι γίνεται αν υπάρχει ξηρασία;»), τους επιτρέπει να μεταφέρουν ό,τι έχουν μάθει στον πραγματικό κόσμο (Barab, Gresalfi, and Ingram-Goble 2010).

Για παράδειγμα, ένα εικονικό υποβρύχιο μπορεί να επιτρέψει στο χρήστη να συρρικνωθεί σε μικροσκοπικό επίπεδο για να διερευνήσει φυσικές διεργασίες που συμβαίνουν κάτω από την επιφάνεια ενός βράχου μιας λίμνης, ή ο μαθητής μπορεί να είναι σε θέση να εξερευνήσει έναν πυρηνικό σταθμό, την Αρχαία Ρώμη ή τους έξω πλανήτες (Luckin et al. 2016).

Η εικονική πραγματικότητα γίνεται «ευφυής» όταν επεκτείνεται με την τεχνητή νοημοσύνη. Η ΑΙ μπορεί να χρησιμοποιηθεί απλώς για να βελτιώσει τον εικονικό κόσμο, δίνοντάς του τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά και να ανταποκρίνεται στις

ενέργειες του χρήστη, με τρόπους που δίνουν την αίσθηση ότι είναι πιο φυσικοί. Εναλλακτικά, με βάση τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας, η ΑΙ μπορεί επίσης να ενσωματωθεί για να παρέχει συνεχή ευφυή υποστήριξη και καθοδήγηση, ώστε να διασφαλίζεται ότι ο εκπαιδευόμενος εμπλέκεται σωστά με τους επιδιωκόμενους μαθησιακούς στόχους, χωρίς να μπερδεύεται ή να κατακλύζεται από μεγάλο αριθμό πληροφοριών. Θα μπορούσαν επίσης να συμπεριληφθούν εικονικοί παιδαγωγικοί πράκτορες, που θα ενεργούν ως εκπαιδευτικοί, βοηθοί ή μαθητές σε συνεργατικές «αποστολές» μάθησης. Αυτοί οι πράκτορες ενδέχεται να παρέχουν εναλλακτικές προοπτικές, να κάνουν ερωτήσεις και να παρέχουν σχόλια, όλα βασισμένα σε ένα σωστά καθορισμένο παιδαγωγικό μοντέλο.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η εμπύθιση στην ευφυή εικονική πραγματικότητα μπορεί να βελτιώσει τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα, επιτρέποντας στους μαθητές να κατασκευάσουν τη δική τους ατομική κατανόηση του κόσμου που διερευνάται (Hassani, Nahvi, and Ahmadi 2016). Έχει επίσης αποδειχθεί ότι τα ευφυή τεχνητά περιβάλλοντα έχουν τη δυνατότητα να απελευθερώσουν, αυτό που ο Chris Dede, ένας κορυφαίος επιστήμονας μάθησης, ονομάζει «παγιδευμένη νοημοσύνη» - δηλαδή, επιτρέπουν στους μαθητές με χαμηλή επίδοση να ανεβάσουν την αυτοπεποίθησή τους, μετατοπίζοντας την εικόνα τους από αδύναμους ακαδημαϊκούς σε επιτυχημένους εικονικούς επιστήμονες (Dede 2009).

Επιπλέον, οι ευφυείς συνθετικοί χαρακτήρες των εικονικών κόσμων μπορούν να παίξουν ρόλους σε περιβάλλοντα που είναι πολύ επικίνδυνα ή δυσάρεστα για τους μαθητές. Για παράδειγμα, το FearNot είναι ένα ευφρές εικονικό σχολικό περιβάλλον, που παρουσιάζει περιστατικά εκφοβισμού με τη μορφή εικονικού δράματος. Οι μαθητές, που έχουν πέσει θύματα εκφοβισμού, παίζουν το ρόλο ενός αόρατου φίλου στον χαρακτήρα του δράματος που εκφοβίζεται. Ο μαθητής προσφέρει συμβουλές για τον τρόπο συμπεριφοράς στα επεισόδια εκφοβισμού που συμβαίνουν στο δράμα και με αυτόν τον τρόπο, διερευνά θέματα εκφοβισμού και αποτελεσματικές στρατηγικές αντιμετώπισης (Vannini et al. 2011).

Η έξυπνη εικονική πραγματικότητα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την έξυπνη ομαδική εκπαίδευση, κατά τη διάρκεια της οποίας, οι εικονικοί άνθρωποι μπορούν να επιχειρηματολογήσουν για μεμονωμένα γεγονότα, να πραγματοποιήσουν ενέργειες και να διαπραγματευτούν επιλογές, με σκοπό να καθοδηγήσουν τους εκπαιδευόμενους να κάνουν παρόμοιες αξιολογήσεις - για παράδειγμα σε σενάρια διατήρησης της ειρήνης

(Traum et al. 2003).

7.6 - MOOCs

Πιο εντυπωσιακή ήταν η έκρηξη των Μαζικών Ανοιχτών Διαδικτυακών Μαθημάτων (MOOCs) και άλλων μοντέλων διαδικτυακής εκπαίδευσης σε όλα τα επίπεδα - συμπεριλαμβανομένης της χρήσης εργαλείων, όπως η Wikipedia και η Khan Academy, καθώς και εξελιγμένων Συστημάτων Διαχείρισης της Μάθησης (Learning Management Systems - LMS) που ενσωματώνονται στη σύγχρονη και ασύγχρονη εκπαίδευση, καθώς και των προσαρμοστικών εργαλείων μάθησης. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, εταιρείες όπως η Educational Testing Service και η Pearson έχουν αναπτύξει αυτόματα εργαλεία αξιολόγησης NLP για την παράλληλη διόρθωση συγγραφικών δοκιμίων σε τυποποιημένες εξετάσεις (Burstein et al. 1998). Πολλά από τα MOOCs που έχουν γίνει τόσο δημοφιλή, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που δημιουργήθηκαν από τα EdX, Coursera και Udacity, κάνουν χρήση του NLP, της μηχανικής μάθησης και τεχνικές crowdsourcing για την βαθμολόγηση σύντομων απαντήσεων και ερωτήσεων δοκιμίων, καθώς και ασκήσεων προγραμματισμού.

Διαδικτυακά εκπαιδευτικά συστήματα που υποστηρίζουν την επαγγελματική εκπαίδευση σε μεταπτυχιακό επίπεδο και τη δια βίου μάθηση, επίσης εξελίσσονται γρήγορα. Αυτά τα συστήματα είναι πολλά υποσχόμενα, επειδή η ανάγκη για αλληλεπίδραση πρόσωπο με πρόσωπο είναι λιγότερο σημαντική για τους επαγγελματίες. Τα διαδικτυακά εκπαιδευτικά συστήματα επαγγελματικής εκπαίδευσης σύντομα θα υιοθετήσουν τεχνολογίες που υποστηρίζονται από την AI,

Μπορούμε να πούμε ότι η AI είναι η μυστική συνταγή, που έχει δώσει τη δυνατότητα σε εκπαιδευτές, ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, να πολλαπλασιάσουν το μέγεθος των τάξεών τους κατά μερικές τάξεις μεγέθους - δεν είναι ασυνήθιστες τάξεις μερικών δεκάδων χιλιάδων σπουδαστών. Για να εξετάζονται μεγάλες τάξεις σπουδαστών, είναι δυνατή η αυτοματοποιημένη δημιουργία ερωτήσεων, όπως παραδείγματος χάρη εκείνες που αποσκοπούν στην αξιολόγηση του λεξιλογίου (Brown, Frishkoff, and Eskenazi 2005), ερωτήσεις του τύπου «wh» (who/what/when/where/why) (Heilman et al. 2011) και ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών (Alsubait, Parsia, and Sattler 2015), χρησιμοποιώντας πηγές, όπως το WordNet, η Wikipedia και άλλες διαδικτυακές οντότητες. Με την έκρηξη των διαδικτυακών μαθημάτων, αυτές οι τεχνικές είναι βέβαιο ότι θα υιοθετηθούν για

χρήση στην εξ' αποστάσεως διαδικτυακή εκπαίδευση. Παρόλο που ο μακροπρόθεσμος αντίκτυπος αυτών των συστημάτων στο εκπαιδευτικό σύστημα παραμένει ασαφής, η κοινότητα της ΑΙ έχει μάθει πολλά σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Τα εκπαιδευτικά πακέτα προσαρμοστικής μάθησης μπορούν να συμπεριλάβουν μία μεγάλη γκάμα εργαλείων ΑΙΕΔ, όπως:

- Η μοντελοποίηση της γνωστικής και συναισθηματικής κατάστασης των μαθητών (Grawemeyer, Mavrikis, et al. 2015)
- Η χρήση διαλόγου, για την εμπλοκή των μαθητών σε μία Σωκρατικού τύπου εμπειρία μάθησης, δηλαδή μαθησιακές εμπειρίες στις οποίες εμπεριέχεται η έρευνα, η συζήτηση, οι ερωτήσεις και οι απαντήσεις (D. Litman 2016)
- Η συμπερίληψη ανοιχτών μοντέλων μαθητών, ώστε να προωθηθεί η λογική και η αυτογνωσία (Dimitrova 2007).
- Η υιοθέτηση μεταγνωστικής βηματικής μάθησης (για παράδειγμα, παρέχοντας δυναμική βοήθεια ή χρησιμοποιώντας ένα αφηγηματικό πλαίσιο) για να αυξηθεί το κίνητρο και η δέσμευση του μαθητή (Du Boulay et al. 2007).
- Η χρήση μοντέλων κοινωνικής προσομοίωσης - για παράδειγμα, η ενεργοποίηση των μαθητών ξένων γλωσσών, ώστε να επικοινωνούν με μεγαλύτερη επιτυχία με ομιλητές της γλώσσας-στόχου τους, κατανοώντας τους πολιτιστικούς και κοινωνικούς κανόνες (Lewis Johnson and Valente 2009).

Το εκπαιδευτικό τοπίο αλλάζει και αναδιαμορφώνεται από την ΑΙ, παρόλο που η ΑΙ δεν θα αντικαταστήσει πλήρως το παραδοσιακό εκπαιδευτικό μας σύστημα. Στην πραγματικότητα, είναι λάθος να αντικατασταθεί πλήρως η κοινωνική αλληλεπίδραση από την ΑΙ. Θα πρέπει να προστεθεί στην παραδοσιακή διαδικασία εκπαίδευσης, όπως έγινε με το gamification και όπως συμβαίνει επί του παρόντος με τεχνολογίες VR και AR (Chassignol et al. 2018). Εν κατακλείδι, η εφαρμογή της τεχνολογίας ΑΙ στην εκπαίδευση παρέχει πολλές δυνατότητες:

1. Την ανάπτυξη των μαζικών ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων.
2. Την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού εργασιών.
3. Τον εντοπισμό κενών στη μάθηση και τη διδασκαλία.
4. Τη μέτρηση της μαθησιακής προόδου πιο αποτελεσματικά.
5. Τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας δημιουργούν το ψηφιακό προφίλ του μαθητή και του παρέχουν έναν προσωπικό δάσκαλο. Αυτό αυξάνει την

παραγωγικότητα μέσα στην τάξη και εκτός αυτής. Επιπλέον, τέτοια ψηφιακά χαρτοφυλάκια μαθημάτων και θεμάτων μπορούν να βοηθήσουν τους εργοδότες.

6. Δίνει επίσης την ευκαιρία σε μαθητές με δυσκολίες, όπως η δυσλεξία ή άλλα θέματα υγείας να μελετήσουν πιο αποτελεσματικά.

Συνολικά, αυτοί οι τύποι εφαρμογών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μαθησιακών περιβαλλόντων δεν είναι μόνο πιο εξατομικευμένοι, αλλά και πιο περιεκτικοί και ελκυστικοί. Για παράδειγμα, μπορούν να παρέχουν επιπλέον βοήθεια σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, να παρακινήσουν τους μαθητές που δεν μπορούν να φοιτήσουν στο σχολείο και να υποστηρίξουν μειονεκτούντες πληθυσμούς (Sarkis 2004). Οι εφαρμογές AIED μπορούν επίσης να είναι πιο ευέλικτες από τις υπόλοιπες. Πολλές από αυτές έχουν αναπτυχθεί στο διαδίκτυο, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να είναι διαθέσιμες σε προσωπικές και φορητές συσκευές εντός και πέραν των επίσημων εκπαιδευτικών πλαισίων. Οι ερευνητές της AIED διερευνούν επίσης τη χρήση κινητών συσκευών για την παροχή προσαρμοσμένου υλικού οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε, για κοινωνική και συνεργατική μάθηση (ενώ εξακολουθεί να παρακολουθεί και να παρέχει έξυπνη υποστήριξη, όπου απαιτείται) (Urton and Kay 2009). Η AIED έχει κάνει μεγάλη πρόοδο, αλλά βρίσκεται ακόμα στην επιφάνεια. Είναι πολλά υποσχόμενη, καθώς οι υπάρχουσες τεχνολογίες αναπτύσσονται, ωριμάζουν και κλιμακώνονται. Ωστόσο, ο ορίζοντας της AIED περιλαμβάνει πολύ περισσότερα από απλά «περισσότερα από τα ίδια». Οι προγραμματιστές AIED γίνονται καλύτεροι στο να αναγνωρίσουν, πώς να συνδυάζουν αποτελεσματικά την ανθρώπινη και τη μηχανική νοημοσύνη, πράγμα που σημαίνει, ότι η μελλοντική AIED είναι έτοιμη να κάνει σημαντικά βήματα σε αρκετούς κρίσιμους τομείς.

Κεφάλαιο 8 - Η ΑΙΕΔ στο μέλλον

Το μέλλον της ΑΙΕΔ συνδέεται άρρηκτα με το μέλλον της ΑΙ. Η αυξανόμενη κατανάλωση των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης φέρνει μαζί της μια τεράστια αύξηση στον αριθμό των ατόμων που αναπτύσσουν τεχνητή νοημοσύνη. Ο ρυθμός της καινοτομίας και της ανάπτυξης βρίσκεται στον ταχύτερο ρυθμό που υπήρξε ποτέ (Kaminska 2015) και η τρέχουσα δημοτικότητα της ΑΙ σημαίνει ότι και η καινοτομία στην ΑΙΕΔ είναι στο επίκεντρο της προσοχής για έναν αυξανόμενο αριθμό επιχειρήσεων. Σύμφωνα με το Forbes στο (Magr 2018), αναμένεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη στην αμερικανική εκπαίδευση θα αυξηθεί κατά 47,5% από το 2017-2021, σύμφωνα με την έκθεση Τεχνητής Νοημοσύνης του τομέα εκπαίδευσης των ΗΠΑ.

Με βάση τα όρια της θεωρίας και της πράξης, θα εξετάσουμε μερικές από τις εξελίξεις που αναμένουμε να δούμε μέσω της συνεχούς ανάπτυξης της ΑΙΕΔ, καθώς και μερικές από τις νέες τεχνολογίες που περιμένουμε να αναπτυχθούν. Κάποια από αυτά θα συμβούν νωρίτερα από άλλα, και όλα μπορούν να θεωρηθούν ως ευκαιρίες και προκλήσεις.

Στην εποχή της νοημοσύνης, με όλο και περισσότερους διαθέσιμους εκπαιδευτικούς πόρους, πιο ευέλικτους τρόπους, μοτίβα και συστήματα πολλαπλών παραλλαγών νοημοσύνης στη διδασκαλία, θα πραγματοποιηθούν μεγάλες αλλαγές στην εκπαίδευση, κατά τη διάρκεια των οποίων οι άνθρωποι θα μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις με τη μορφή ομαδοποιημένης και ατομικής εκπαίδευσης βελτιώνοντας σημαντικά τις ικανότητές τους.

Η τεχνητή νοημοσύνη θα ενεργοποιήσει την καινοτομία των εκπαιδευτικών μέσων και μεθόδων και θα επιφέρει πραγματική «εξατομικευμένη διδασκαλία» και «ψυχαγωγική εκπαίδευση» - «edutainment». Με βάση τις φυσικές και ψυχολογικές συνθήκες του εκπαιδευομένου, τις ικανότητες και τα θέματα που τον εμπνέουν, η ΑΙ θα σχεδιάσει εξατομικευμένο πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένης της επιλογής περιεχομένου, απελευθερώνοντας τον τρόπο διδασκαλίας και κάνοντας προσαρμοσμένες ρυθμίσεις όσον αφορά την ανατροφοδότηση.

Τα BCIs (Brain Control Interfaces) είναι πλέον σε θέση να συλλαμβάνουν και να αποκωδικοποιούν τη δραστηριότητα του εγκεφάλου, ώστε να επιτρέπουν την επικοινωνία και τον έλεγχο των υπολογιστών από άτομα με κινητικές δυσκολίες

(Wolpaw and Winter Wolpaw 2012). Οι (Botrel, Holz, and Kübler 2015) επισημαίνουν ότι «μελέτες έχουν δείξει γρήγορο και αξιόπιστο έλεγχο διεπαφών εγκεφάλου-υπολογιστή (BCIs) από υγιή άτομα και άτομα με νευροεκφυλιστική νόσο».

Η παροχή προσιτών λύσεων για τη χρήση συσκευών διεπαφής υπολογιστή-εγκεφάλου (BCIs) ικανών να μετρήσουν πότε ένας μαθητής είναι πλήρως συγκεντρωμένος στο διδακτικό περιεχόμενο και τις μαθησιακές δραστηριότητες (X. Chen et al. 2015) είναι ήδη δυνατή και οι υπερυπολογιστές, όπως ο Watson της IBM, μπορεί να παρέχει μια αυτοματοποιημένη παρουσία εκπαιδευτικού καθ' όλη τη διάρκεια ενός μαθήματος.

Ο Carl Mitcham περιγράφει στην Εγκυκλοπαίδεια της Επιστήμης, Τεχνολογίας και Δεοντολογίας το «**cyborg**» ως μία «διασταύρωση ανθρώπου και μηχανής» (Mitcham 2005). Εάν αλλάξουμε το επίκεντρο των «cyborgs» από την επιστημονική φαντασία στην ιδέα της επαυξημένης ικανότητας δασκάλων και μαθητών μέσω των υπολογιστών, είναι ρεαλιστικό να θεωρούμε ότι τα cyborg - ή «crossbreeds» ανθρώπου και μηχανών - σύντομα θα είναι πραγματικότητα στη διδασκαλία και την έρευνα στο εγγύς μέλλον.

Τι είδους βοήθεια θα χρειαζόταν ένας δάσκαλος στην τάξη; Τι θα ήθελε ένας μαθητής από ένα σύστημα μάθησης; Και πώς θα ενσωματωθεί η τεχνητή νοημοσύνη σε αυτόν τον μελλοντικό κόσμο της εκπαίδευσης; Το εκπαιδευτικό **cobot** είναι ένα ρομπότ που έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς. Αυτή η ιδέα των ανθρώπων και των ρομπότ να συνεργάζονται είναι ένας τομέας ενδιαφέροντος για τη ρομποτική (Green et al. 2007). Τα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να συλλάβουν και να διατηρήσουν την προσοχή των μαθητών στην τάξη και αυτό από μόνο του θα ήταν χρήσιμο για έναν δάσκαλο, καθώς η προσοχή είναι πρόδρομος της μάθησης. Η ύπαρξη εκπαιδευτικών cobots στην τάξη θα βοηθούσε τον δάσκαλο να διαφοροποιήσει τη διδασκαλία, έτσι ώστε οι μαθητές να λαμβάνουν πιο προσαρμοσμένη-εξατομικευμένη διδασκαλία.

Εάν τα εκπαιδευτικά cobots είχαν δυνατότητες AIED, θα μπορούσαν να κάνουν βοηθητικές ενέργειες, όπως να παρακολουθούν τους μαθητές πως αλληλεπιδρούν με τα ευφυή μαθησιακά περιβάλλοντα (τα ILE θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν απευθείας με το cobot), να εντοπίζουν και να παρακολουθούν τους μαθητές που χρειάζονται επιπλέον βοήθεια που δεν μπορεί να παράσχει το ILE, να κρατούν τους μαθητές αφοσιωμένους και συγκεντρωμένους, καθώς και να απαντούν σε ερωτήσεις που μπορεί να έχει ένας μαθητής.

Η ενσωμάτωση της AIED στα ρομπότ θα έχει μεγάλα πλεονεκτήματα σε σχέση με το να περιορίζεται σε ένα ακίνητο κουτί (υπολογιστής). Η δυνατότητα μετακίνησης στην τάξη, καθώς οι μαθητές εργάζονται σε έργα, αναγνωρίζοντας τα πρόσωπα και τις φωνές των μεμονωμένων μαθητών, καθώς και η ικανότητα ανίχνευσης χειρονομιών και εκφράσεων των προσώπων τους, θα ενισχύσει την αλληλεπίδραση με τους μαθητές. Επίσης, τα ρομπότ θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν εξοπλισμό σε συγκεκριμένα θέματα, όπως η φυσική ή η χημεία, για να επιδείξουν φαινόμενα με φυσικό τρόπο και όχι μόνο μέσω βίντεο ή προσομοιώσεων.

Η ενσωμάτωση της AIED σε ανθρωπόμορφα ρομπότ θα ενίσχυε την αποδοχή τους από τον εκπαιδευόμενο. Τα εκπαιδευτικά cobots, εάν είναι καλά σχεδιασμένα, θα διαδραματίσουν κοινωνικό ρόλο στην τάξη, όπως ακριβώς και ένας βοηθός καθηγητή. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές στους οποίους οι καθηγητές δείχνουν προσωπικό ενδιαφέρον, πέρα από το άμεσο μάθημα, είναι πιο αφοσιωμένοι και παρακινημένοι, ενώ αντίθετα η μάθηση εξασθενεί. Μήπως ένα εκπαιδευτικό cobot θα είχε παρόμοια αποτελέσματα; (Timms 2016)

Ο συνδυασμός των πεδίων της ρομποτικής και της AIED έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει πραγματικές εκπαιδευτικές τεχνολογίες που θα έχουν σχεδιαστεί για τον συγκεκριμένο σκοπό: την παροχή βοήθειας στην διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης. Προικισμένα με τεράστιους πόρους διδασκαλίας, τα ρομπότ μπορούν να προσομοιώνουν ακούραστα τον διάλογο και την επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών και να ασκούν ακριβή και εξατομικευμένη διδασκαλία με βάση την κατάσταση και τις συνθήκες των μαθητών.

Συνοπτικά, η AIED θα προσφέρει:

1. Ατομική και εξατομικευμένη μάθηση
2. Ευφυή αξιολόγηση των εργασιών και των τεστ, καθώς και ηχητική αξιολόγηση
3. Ενίσχυση των μαθησιακών κινήτρων των μαθητών
4. Ακούραστους και υπομονετικούς εικονικούς εκπαιδευτικούς
5. Επαυξημένο φυσικό τοπίο
6. Σύνδεση στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων
7. Διαμεσολαβητικό περιβάλλον διδασκαλίας για τον συνολικό έλεγχο της διάθεσης των μαθητών
8. Διασχολική και διακρατική εκπαίδευση

9. Αντιμετώπιση των διαφορετικών επιδόσεων μεταξύ των μαθητών

8.1 - Ατομική και εξατομικευμένη μάθηση

Υπάρχει μια αυξανόμενη αποδοχή, ότι οι λεγόμενες δεξιότητες του 21ου αιώνα είναι απαραίτητες για το τρέχον και το μελλοντικό εργασιακό περιβάλλον, με πολλές ομάδες να προωθούν λίστες (μερικές σύντομες και άλλες μεγάλες!) των δεξιοτήτων που οι άνθρωποι θα πρέπει να κατέχουν πλήρως στην απασχόληση και την κοινωνία. Για παράδειγμα, το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (World Economic Forum 2015) έχει προτείνει 16 δεξιότητες, οι οποίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Θεμελιώδης παιδεία: Γνώση γραφής, Αριθμητική, Επιστημονική παιδεία, Επικοινωνία πληροφοριών, Τεχνολογική παιδεία, Γνώση οικονομικών, Πολιτιστικός και πολιτικός γραμματισμός
- Ικανότητες: Κριτική σκέψη και επίλυση προβλημάτων, Συνεργασία επικοινωνίας
- Ιδιότητες χαρακτήρα: Περιέργεια, Πρωτοβουλία, Ανθεκτικότητα, Ικανότητα προσαρμογής, Ηγεσία, Κοινωνική και πολιτιστική συνείδηση

Τέτοιες δεξιότητες είναι - και ήταν πάντα - σημαντικές, και πρέπει να αποτελούν μέρος οποιασδήποτε προσέγγισης στη διά βίου μάθηση. Υπάρχουν, ωστόσο, τουλάχιστον δύο σημαντικές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, εάν θέλουμε να υλοποιήσουμε αυτήν την ατζέντα:

- α. Πρέπει να αναπτύξουμε αξιόπιστους και έγκυρους δείκτες, που θα μας επιτρέψουν να παρακολουθούμε την πρόοδο των μαθητών σε όλες τις δεξιότητες και τις ικανότητες που απαιτούνται για να επιτύχουν στον τρέχοντα αιώνα - στο επίπεδο του ατόμου, την περιοχή και τη χώρα. Αυτό περιλαμβάνει δύσκολα μετρήσιμα χαρακτηριστικά, όπως η δημιουργικότητα και η περιέργεια.
- β. Χρειαζόμαστε καλύτερη κατανόηση των πιο αποτελεσματικών διδακτικών προσεγγίσεων και των μαθησιακών πλαισίων που επιτρέπουν την ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων.

Η ΑΙΕΔ μπορεί να βοηθήσει και στα δύο.

1. Όσον αφορά το (α) η ΑΙΕΔ διαθέτει τα εργαλεία και τις τεχνικές για τη διεξαγωγή λεπτομερούς ανάλυσης, που μας επιτρέπει να παρακολουθούμε την

ανάπτυξη των δεξιοτήτων και ικανοτήτων κάθε μαθητή, καθώς αλληλεπιδρούν και μαθαίνουν με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η παρακολούθηση μεμονωμένων μαθητών μπορεί στη συνέχεια να ταξινομηθεί και να ερμηνευτεί όπως απαιτείται, για να παρέχει γνώσεις σχετικά με την πρόοδο σε επίπεδο σχολείου, περιοχής και χώρας. Η αυξανόμενη γκάμα συσκευών συλλογής δεδομένων - όπως βιολογικά δεδομένα, αναγνώριση φωνής και παρακολούθηση ματιών - θα επιτρέψει στα συστήματα AIED να παρέχουν νέους τύπους στοιχείων για τις προς το παρόν δύσκολες ως προς την αξιολόγηση, ικανότητες. Για παράδειγμα, μια πρακτική μαθησιακή εμπειρία που ενσωματώνει στοιχεία επίλυσης προβλημάτων ή συνεργασίας, μπορεί να αξιολογηθεί χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό πηγών δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης φωνής (για να προσδιορίσουμε ποιος ενεργεί και τι λέει σε μια ομαδική δραστηριότητα) και την παρακολούθηση των ματιών (για να ερευνήσουμε ποιος μαθητής εστιάζει σε ποιους μαθησιακούς πόρους, οποιαδήποτε συγκεκριμένη στιγμή του χρόνου).

2. Για το (β), η αυξανόμενη χρήση των συστημάτων AIED θα επιτρέψει τη συλλογή μαζικών δεδομένων σχετικά με το ποιες πρακτικές διδασκαλίας και μάθησης λειτουργούν καλύτερα. Αυτά τα δεδομένα θα μας επιτρέψουν να παρακολουθούμε την πρόοδο των μαθητών, έναντι διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων και, με τη σειρά τους, θα μας επιτρέψουν να αναπτύξουμε έναν δυναμικό κατάλογο των βέλτιστων διδακτικών πρακτικών που είναι κατάλληλες για την ανάπτυξη διαφορετικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων, ιδίως των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, σε ένα εύρος περιβαλλόντων. Είναι σημαντικό, κατά τη διερεύνηση αυτών των πρακτικών, να είμαστε επίσης σε θέση να συσχετίσουμε την πρόοδο των μαθητών με τα πλαίσια στα οποία έχει γίνει η μάθηση και, στη συνέχεια, να ενσωματώσουμε τα μοντέλα περιβάλλοντος στα συστήματα AIED μας. Ήδη υπάρχουν μεθοδολογίες που λαμβάνουν υπόψη στοιχεία περιβάλλοντος, όπως ο φυσικός ή εικονικός χώρος, τα άτομα που είναι διαθέσιμα για βοήθεια και τα διαθέσιμα εργαλεία μάθησης, όπως το πρόγραμμα σπουδών, η τεχνολογία ή τα βιβλία. Με την πάροδο του χρόνου, αυτά τα μοντέλα θα μας επιτρέψουν να εντοπίσουμε τις καλύτερες διδακτικές προσεγγίσεις για διαφορετικά περιβάλλοντα. Επιπρόσθετα, θα μας βοηθήσουν να προσδιορίσουμε, πώς μπορούν να προσαρμοστούν συναφείς παράγοντες (όπως οι συνδυασμοί τεχνολογίας, εκπαιδευτικών και

περιβάλλοντος) και πως μπορούν να ρυθμιστούν, ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης διδασκαλίας, των προσεγγίσεων – πληροφοριών, που θα βοηθήσουν τους μαθητές να αποκτήσουν τις δεξιότητες του 21ου αιώνα, καθώς και άλλους τύπους γνώσης.

8.2 – Ευφυής αξιολόγηση

Οι Peter Hill και Michael Barber επισημαίνουν ότι, από τα τρία βασικά συστατικά της μάθησης (πρόγραμμα σπουδών, μάθηση - διδασκαλία και αξιολόγηση), είναι η αξιολόγηση που μας κρατά πίσω με διάφορους τρόπους (Hill and Barber 2014). Συμφωνούμε επίσης με τον ισχυρισμό, ότι η τεχνολογία αποτελεί μέρος της λύσης. Στο εγγύς μέλλον, προβλέπουμε ότι η AIED θα συμβάλει στη βελτίωση της αξιολόγησης με τρεις βασικούς τρόπους:

1. Η AIED θα παρέχει έγκαιρες (in-time) αξιολογήσεις για τη διαμόρφωση της μάθησης

Η συνεχής και αυξανόμενη χρήση των τεχνολογιών στην εκπαίδευση θα επιτρέψει τη συλλογή μεγάλου όγκου δεδομένων για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Αυτά, τα λεγόμενα «μεγάλα δεδομένα – big data», μελετώνται ήδη με τη χρήση εργαλείων ανάλυσης της μάθησης (learning analytics) για την αναγνώριση προτύπων δεδομένων δυνητικού εκπαιδευτικού ενδιαφέροντος. Για παράδειγμα, τα εργαλεία ανάλυσης (analytics) έχουν χρησιμοποιηθεί με υψηλά επίπεδα ακρίβειας για να προβλέψουν πότε ένας μαθητής είναι πιθανό να αποτύχει σε μια αξιολόγηση ή να «εγκαταλείψει» ένα διαδικτυακό μάθημα. Σύντομα, η πολυπλοκότητα αυτών των εργαλείων ανάλυσης των στοιχείων της μάθησης θα συμπληρωθεί από τεχνικές AI, για την παροχή έγκαιρων πληροφοριών σχετικά με τις επιτυχίες, τις δυσκολίες και τις ανάγκες των μαθητών, που μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για τη διαμόρφωση της ίδιας της μαθησιακής εμπειρίας. Για παράδειγμα, η AIED θα επιτρέψει στα εργαλεία ανάλυσης να εντοπίζουν αλλαγές στην αυτοπεποίθηση και τα κίνητρα του μαθητή καθώς μαθαίνει π.χ. μια ξένη γλώσσα ή λύνει μια δύσκολη εξίσωση. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την παροχή έγκαιρων παρεμβάσεων που θα βοηθήσουν τους μαθητές. Οι παρεμβάσεις θα μπορούν να έχουν τη μορφή της τεχνολογικής υποστήριξης, της ατομικής προσοχής από έναν εκπαιδευτικό ή κάποιο συνδυασμού των δύο.



Εικόνα 3: Τα εργαλεία ανάλυσης σε συνδυασμό με την AI διαμορφώνουν την μαθησιακή εμπειρία

2. Η AIED θα προσφέρει νέες πληροφορίες για το πώς εξελίσσεται η μάθηση

Εκτός από την επικαιρότητα, τα δεδομένα που αντλούνται από τις ψηφιακές εμπειρίες της διδασκαλίας και της μάθησης, θα μας δώσουν νέες πληροφορίες, που δεν μπορούν να αντληθούν από τις υπάρχουσες αξιολογήσεις. Για παράδειγμα, εκτός από τον προσδιορισμό του εάν ο μαθητής έδωσε τη σωστή απάντηση, το σύνολο των δεδομένων θα μπορεί να αναλυθεί, ώστε να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν, πώς ο μαθητής κατέληξε στην απάντησή του. Τα δεδομένα θα μπορούσαν επίσης να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα τις γνωστικές διαδικασίες, όπως η ανάμνηση και η λησμοσύνη, καθώς και ο θεμελιώδης αντίκτυπος που έχουν αυτές στη μάθηση και στα μαθησιακά αποτελέσματα. Η ανάλυση AIED μπορεί επίσης να προσδιορίσει, εάν και πότε ένας μαθητής είναι μπερδεμένος, βαριεστημένος ή απογοητευμένος, ώστε να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν και να ενισχύσουν τη συναισθηματική ετοιμότητα του μαθητή.

3. Η AIED θα βοηθήσει την αξιολόγηση να προχωρήσει πέρα από το «stop-and-test»

Όπως τεκμηριώνεται στο (DiCerboandBehrens 2014), τα μοντέλα και οι τεχνικές που ανέπτυξαν οι ερευνητές της AIED τα τελευταία 25 χρόνια έχουν οδηγήσει σε έναν συνεχώς αυξανόμενο ωκεανό ψηφιακών δεδομένων για τη μάθηση και τη διδασκαλία, που συλλέγονται και βοηθούν στην αξιολόγηση των μαθητών ενώ μαθαίνουν. Με την πραγματοποίηση της AIED ανάλυσης των δραστηριοτήτων ενός μαθητή, δεν θα υπάρχει ανάγκη για την προσέγγιση stop-and-test που χαρακτηρίζει πολλές τρέχουσες αξιολογήσεις. Αντί των

παραδοσιακών αξιολογήσεων που βασίζονται στην αξιολόγηση μικρών δειγμάτων του τι έχει διδαχθεί ένας μαθητής, οι αξιολογήσεις που βασίζονται στην AIED θα ενσωματωθούν σε σημαντικές μαθησιακές δραστηριότητες, όπως ένα παιχνίδι ή ένα συνεργατικό έργο, και θα αξιολογηθεί όλη η μάθηση (και η διδασκαλία) που λαμβάνει χώρα, καθώς συμβαίνει (Hill and Barber 2014).

8.3 - Ενίσχυση των μαθησιακών κινήτρων των μαθητών

Η AI και η AIED ήταν ανέκαθεν διεπιστημονικά πεδία. Στο μέλλον, η AIED θα συνεχίσει να αξιοποιεί νέες γνώσεις από κλάδους, όπως η ψυχολογία και η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη για να κατανοήσει καλύτερα τη μαθησιακή διαδικασία και έτσι να δημιουργήσει πιο ακριβή μοντέλα, που θα είναι σε θέση να προβλέψουν - και να επηρεάσουν - την πρόοδο, τα **κίνητρα** και την προσήλωση ενός μαθητή.

Ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η νευροεπιστήμη μπορεί να βοηθήσει την εκπαίδευση και τον σχεδιασμό των AIED συστημάτων μπορεί να βρεθεί στο (Howard-Jones et al. 2015), το οποίο δείχνει ότι η μάθηση μπορεί να βελτιωθεί όταν συνδέεται με αβέβαιες ανταμοιβές, δηλαδή, με καταστάσεις στις οποίες ένας μαθητής γνωρίζει ότι μπορεί να δοθεί ανταμοιβή μετά την ολοκλήρωση μιας εργασίας, αλλά δεν υπάρχει βεβαιότητα ότι η ανταμοιβή θα εμφανίζεται σε κάθε περίπτωση. Αυτό είναι αντίθετο με τις τυπικές πρακτικές εκπαίδευσης, όπου οι ανταμοιβές σχετίζονται με την επιτυχία. Η χρήση αβέβαιων ανταμοιβών είναι πολύ πιο συνηθισμένη στον κόσμο των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Για αυτό υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για το σχεδιασμό εκπαιδευτικών παιχνιδιών που χρησιμοποιούν το αντίκτυπο των αβέβαιων ανταμοιβών ως κίνητρο για να προσελκύσουν τους μαθητές και να βελτιώσουν τη μάθησή τους. Η προσθήκη τεχνικών AIED στο σχεδιασμό αυτών των εκπαιδευτικών παιχνιδιών θα επέτρεπε, για παράδειγμα, την παροχή αβέβαιων ανταμοιβών που θα εναρμονίζονται με την ατομική αντίδραση ενός μαθητή στο δεδομένο επίπεδο αβεβαιότητας.

8.4 - Ακούραστους και υπομονετικούς εικονικούς εκπαιδευτικούς

Η έρευνα της AIED στη δεκαετία του 1980 ανέπτυξε τα Συστήματα Συντροφικής Μάθησης –Learning Companion Systems. Αυτά τα συστήματα παρείχαν σε κάθε

μαθητή μέσω υπολογιστή έναν συνεργατικό σύντροφο μάθησης. Ο ρόλος του συντρόφου ήταν να χρησιμοποιήσει τη συνεργασία και τον ανταγωνισμό για να τονώσει τα κίνητρα του μαθητή για μάθηση. Ο σύντροφος μπορούσε επίσης να ενεργήσει ως μαθητής, τον οποίο διδάσκει ο εκπαιδευόμενος και κατ' αυτόν τον τρόπο μαθαίνει. Ο υπολογιστικός καθηγητής προσέφερε παραδείγματα και καθοδήγηση, τόσο στον άνθρωπο-μαθητή, όσο και στον υπολογιστικό μαθητή (σύντροφο) και καθόριζε τη σειρά και το περιεχόμενο των θεμάτων που πρέπει να διεκπεραιωθούν (Chan and Li 1991).

Η επόμενη γενιά εκπαιδευτικών συντρόφων θα προσφέρει τεράστιες δυνατότητες στη μελλοντική διδασκαλία και μάθηση. Δεν υπάρχουν τεχνικά εμπόδια στην ανάπτυξη μαθησιακών συντρόφων, που να μπορούν να συνοδεύουν και να υποστηρίζουν μεμονωμένους μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών τους – εντός και εκτός σχολείου. Αυτοί οι δια βίου σύντροφοι μάθησης θα μπορούσαν να βασίζονται στο διαδικτυακό νέφος, να είναι προσβάσιμοι μέσω πολλαπλών συσκευών και να λειτουργούν εκτός σύνδεσης, όταν απαιτείται. Αντί να διδάσκει όλους τους θεματικούς τομείς, ο εκπαιδευτικός σύντροφος θα μπορεί προσφέρει εξειδικευμένα συστήματα ΑΙΕΔ ή ανθρώπους με εμπειρία στον συγκεκριμένο θεματικό τομέα που απαιτείται από τον εκπαιδευόμενο. Επιπλέον, ο σύντροφος θα μπορούσε να επικεντρωθεί στο να βοηθήσει τους μαθητές να γίνουν καλύτεροι στη μάθηση, μέσω της ανάπτυξης ενός “growth mindset” (*fixed mindset*: μαθητές που πιστεύουν ότι η νοημοσύνη δεν αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, *growth mindset*: εκείνοι που πιστεύουν ότι οι ικανότητές τους μπορούν να αναπτυχθούν) ή ενός εντυπωσιακού συνόλου δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Και επειδή αυτός ο τύπος συστήματος μπορεί να βοηθήσει όλους τους μαθητές να αποκτήσουν πρόσβαση σε μαθησιακούς πόρους που είναι βέλτιστοι για τις ανάγκες τους, θα είναι κατάλληλο και για μαθητές χαμηλότερων αποδόσεων, καθώς και για εκείνους που έχουν υψηλές επιδόσεις.

8.5 – Η ΑΙΕΔ θα επαυξήσει το φυσικό μας τοπίο

Τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (AR) θα προχωρήσουν ένα βήμα παραπέρα από τα έξυπνα συστήματα εικονικής πραγματικότητας, επιτρέποντας στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς να βιώσουν και να αλληλεπιδράσουν διαφορετικά με τον φυσικό κόσμο γύρω τους. Η τεχνολογία AR μπορεί να εμφανίσει μια επικάλυψη πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον ενός ατόμου, επιτρέποντας στο επίσημο

περιεχόμενο της τάξης να επικαλύπτει τη φυσική πραγματικότητα του μαθητή. Για παράδειγμα, η ηλικία, το στυλ αρχιτεκτονικής ή η θερμική απόδοση των κτιρίων γύρω από έναν μαθητή θα μπορούσαν να απεικονίζονται καθώς κινούνται σε όλο τον κόσμο.

Έχουμε ήδη δει πώς τα υπάρχοντα συστήματα AIED διαθέτουν κοινωνικά και πολιτιστικά έξυπνα avatars που καθοδηγούν και υποστηρίζουν τους μαθητές σε εικονικά περιβάλλοντα. Η προσθήκη συστημάτων AIED σε AR θα επιτρέψει εξατομικευμένες, προσαρμοστικές εκπαιδευτικές εμπειρίες με εικονικούς μέντορες ή καθηγητές, που καθοδηγούν τους μαθητές σε ταξίδια διδασκαλίας κάποιου πεδίου μάθησης, αφήνοντας τους εκπαιδευτικούς να επικεντρωθούν σε εκείνους τους μαθητές των οποίων οι ανάγκες είναι μεγαλύτερες (Luckin et al. 2016).

8.6 – Η AIED θα συνδεθεί στο Διαδίκτυο των πραγμάτων

Το δίκτυο αντικειμένων ή «πραγμάτων» με ενσωματωμένα συστήματα υπολογιστών, αισθητήρες και συνδεσιμότητα δικτύου αναφέρεται συλλογικά ως «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» (Internet of Things). Το IoT επιτρέπει οποιαδήποτε διασύνδεση αντικειμένων με δυνατότητα δικτύου με οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο ή μηχανή με δυνατότητα δικτύου. Αυτό ανοίγει νέες δυνατότητες για τα συστήματα AIED, για παράδειγμα, στην υποστήριξη των μαθητών που αναπτύσσουν κινητικές δεξιότητες και χρειάζονται συνεπή και εκτεταμένη πρακτική εξάσκηση, όπως ο χορός, ένα μουσικό όργανο ή ακόμη και η εκμάθηση χειρουργικών διαδικασιών.

8.7 - Διαμεσολαβητικό περιβάλλον διδασκαλίας για τον συνολικό έλεγχο της διάθεσης των μαθητών

Η πρόσφατη έρευνα υποστηρίζει, ότι η μάθηση επηρεάζεται σημαντικά από τον τρόπο που αισθανόμαστε (την επίδρασή μας) και τον τρόπο με τον οποίο κινούμαστε (Lindgren and Johnson-Glenberg 2013). Αυτή η γνώση υποδηλώνει, ότι οι τεχνολογίες μάθησης μπορούν να βελτιωθούν λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα πρόσθετα δεδομένα. Ήδη, τα μοντέλα εκπαιδευομένων δεν περιορίζονται πλέον μόνο στην αναπαράσταση και καταγραφή της ακαδημαϊκής προόδου των μαθητών (A. Graesser et al. 2007). Αισθητήρες που μπορούν να φορεθούν στα ρούχα ή να δεθούν σε μέρη του σώματος (π.χ. το Fitbit) έχουν ήδη αναπτυχθεί. Τα συστήματα AIED του μέλλοντος θα υποστηρίζουν όλο και περισσότερο ολόκληρο τον μαθητή, μέσω εξελεγχόμενων

μοντέλων που θα συλλαμβάνουν επιπρόσθετα δεδομένα σχετικά με τη συναισθηματική και φυσική κατάσταση του μαθητή. Αυτά τα εμπλουτισμένα μοντέλα θα συμβάλουν περαιτέρω σε ό,τι είναι γνωστό για το πώς μαθαίνουμε και θα παρέχουν στους εκπαιδευτικούς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τη σωματική και συναισθηματική ευεξία των μαθητών τους, καθώς και τη γνωστική τους ανάπτυξη, επιτρέποντας κατάλληλες και έγκαιρες παρεμβάσεις σε όλους τους τομείς που παίζουν ρόλο στη μάθηση.

8.8 - Διασχολική και διακρατική εκπαίδευση

Σε πολλά μέρη του κόσμου, οι έντονες ελλείψεις εκπαιδευτικών είναι τεράστια πρόκληση. Για παράδειγμα, 33 χώρες αυτή τη στιγμή δεν διαθέτουν και δεν θα διαθέτουν ικανοποιητικό αριθμό δασκάλων για να παρέχουν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση στα παιδιά έως το 2030. Στην πραγματικότητα, θα πρέπει να προσληφθούν 25,8 εκατομμύρια εκπαιδευτικοί παγκοσμίως για την επίτευξη αυτού του στόχου (UNESDOC 2015). Αυτό σημαίνει, ότι θα πρέπει να βασιστούμε στην τεχνολογία για να διαθέσουμε εμπειρίες μάθησης υψηλής ποιότητας σε μέρη όπου αυτό λείπει. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι το έργο του Sugatra Mitra, ο οποίος παρείχε στα παιδιά μιας ινδικής παραγκούπολης δωρεάν πρόσβαση σε έναν υπολογιστή τοποθετημένο σε έναν τοίχο μεταξύ του γραφείου του και του δημόσιου χώρου. Αυτό το πείραμα βαπτίστηκε η «Τρύπα στον Τοίχο – Hole in the Wall». Στόχος του ήταν να καταλάβει, εάν τα παιδιά θα μπορούσαν να σχηματίσουν αποτελεσματικές αυτο-οργανωμένες ομάδες μάθησης, στη συγκεκριμένη περίπτωση, γύρω από τη εκμάθηση του πώς να χρησιμοποιούν έναν υπολογιστή. Αυτό το έργο οδήγησε στη συνέχεια στη δημιουργία του «Σχολείου στο Σύννεφο – School in the Cloud», ενός δημιουργικού διαδικτυακού χώρου, όπου παιδιά από όλο τον κόσμο μπορούν να συγκεντρωθούν για να απαντήσουν σε «μεγάλες ερωτήσεις», να μοιραστούν γνώσεις και να επωφεληθούν από τη βοήθεια και την καθοδήγηση διαδικτυακών εκπαιδευτικών (“School in The Cloud” 2020).

Στις παραπάνω τεχνολογίες, η πρόσθεση των δυνατοτήτων της AIED θα μπορούσε να επιτύχει έξυπνη υποστήριξη στη συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευομένων, την παροχή Ανοιχτών Μοντέλων Μαθητών (Open Learner Models), ώστε να βοηθήσει τους εθελοντές διαδικτυακούς εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν ποια είναι η σωστή υποστήριξη που θα χρειαστεί ο συγκεκριμένος μαθητής ή θα μπορούσε να συνδυάσει έξυπνα τον καταλληλότερο εθελοντή εκπαιδευτικό με το σωστό μαθητή. Αυτό δεν

πρόκειται να συγκαλύψει την επείγουσα ανάγκη για διάθεση εκπαιδευτικών υψηλής ποιότητας και εμπειρίας σε μέρη του κόσμου που σήμερα δεν τους διαθέτουν. Ωστόσο, όπου υπάρχει ηθική επείγουσα ανάγκη για χρήση της τεχνολογίας στην παροχή υψηλής ποιότητας μαθησιακών εμπειριών, θα ήταν παράληψη να μην προσθέσουμε την AIED.

8.9 - Αντιμετώπιση των διαφορετικών επιδόσεων μεταξύ των μαθητών

Προς το παρόν, δεν ικανοποιούμε τις ανάγκες όλων των μαθητών. Το χάσμα μεταξύ εκείνων που επιτυγχάνουν υψηλές επιδόσεις και εκείνων που τα καταφέρνουν λιγότερο είναι μια πρόκληση που αντιμετωπίζουν κάθε μέρα καθηγητές, διευθυντές και κυβερνητικοί αξιωματούχοι, σε κάθε χώρα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι μαθητές από φτωχότερα περιβάλλοντα έχουν χειρότερη απόδοση, από ότι οι μαθητές πλουσιότερων στρωμάτων (Carnoy and Rothstein 2013). Τα αποτελέσματα αυτού του χάσματος των επιδόσεων επηρεάζουν την οικονομία μιας χώρας, καθώς και την κοινωνική ευημερία του πληθυσμού της (OECD 2010). Οι λόγοι πίσω από τις διαφορετικές επιδόσεις ποικίλλουν από χώρα σε χώρα, αλλά παραμένει το γεγονός ότι δεν πετυχαίνουν όλοι οι μαθητές το βέλτιστο αποτέλεσμα στο σχολείο, σύμφωνα με τις δυνατότητές τους.

Με τη βοήθεια προσαρμοστικών εκπαιδευτικών συστημάτων (AIED Adaptive Tutors), θα μπορεί να συμβεί επιπρόσθετη διδασκαλία τύπου ενός προς έναν. Επίσης, η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών, νευροεπιστημόνων και προγραμματιστών AIED θα παρέχει τεχνολογίες που θα μπορέσουν να προσφέρουν καλύτερες πληροφορίες για τον μαθητή και να υποστηρίξουν συγκεκριμένες μαθησιακές δυσκολίες που ενδέχεται να εμποδίζουν την πρόοδο του παιδιού.. Επιπρόσθετα, τα συστήματα AIED μπορούν να παρέχουν προσαρμοστική υποστήριξη στους γονείς, να βοηθήσουν στην ανάπτυξη της εμπειρίας των εκπαιδευτικών, να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των ελλείψεων σε εκπαιδευτικούς και στην παροχή ανάπαυλας σε αυτούς, όταν οι ελλείψεις τους είναι έντονες. Η μείωση του κόστους τους, τα καθιστούν όλο και πιο προσιτά σε σχολεία και σχολικά συστήματα.

Κεφάλαιο 9 - Ποιοι κίνδυνοι συνυπάρχουν με την τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης;

Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο για την εξέλιξη της ανθρωπότητας. Έχει φέρει επανάσταση στην τεχνολογία σε όλες τις βιομηχανίες και έχει λύσει πολλά προβλήματα. Ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και θα μπορούσε να προκαλέσει προβλήματα, εάν δεν γίνει σωστή διαχείρισή της. Υπάρχουν πολλοί τομείς στους οποίους η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να αποτελέσει κίνδυνο για τους ανθρώπους. *«Η επιτυχία στη δημιουργία αποτελεσματικής Τεχνητής Νοημοσύνης θα μπορούσε να είναι το μεγαλύτερο γεγονός στην ιστορία του πολιτισμού μας. Ή το χειρότερο. Επομένως, δεν μπορούμε να ξέρουμε αν η ΑΙ θα μας βοηθήσει απεριόριστα, ή θα αγνοηθούμε ή θα καταστραφούμε από αυτήν.»* Το παραπάνω απόσπασμα είναι του Stephen Hawking από ένα τεχνολογικό συνέδριο σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Έχοντας αυτό υπόψη, θα μελετήσουμε κάποιους από τους κινδύνους που μπορεί να δημιουργήσει η Τεχνητή Νοημοσύνη στο μέλλον.

9.1 - Μοναδικότητα

Κάποιοι στην επιστημονική κοινότητα ανησυχούν, ότι η ΑΙ είναι ένα κουτί της Πανδώρας με επικίνδυνες συνέπειες. Από το 1993, ο Vernon Vinge δημοσίευσε την έννοια της *«μοναδικότητας»-«singularity»*, το σημείο στο οποίο ένας υπολογιστής ή ένα ρομπότ με τεχνολογία ΑΙ καθίσταται ικανός να επανασχεδιάσει και να βελτιώσει τον εαυτό του ή να σχεδιάσει ΑΙ πιο προηγμένη από τον εαυτό του. Αναπόφευκτα, όπως υποστηρίζεται, αυτό θα οδηγήσει σε τεχνητή νοημοσύνη που υπερβαίνει κατά πολύ την ανθρώπινη νοημοσύνη, την κατανόηση και τον έλεγχο, και σε αυτό που ο Vinge περιγράφει ως το τέλος της ανθρώπινης εποχής (Vinge 1993). Πιο πρόσφατα, ο Stephen Hawking και άλλοι κορυφαίοι επιστήμονες συμπεριλαμβανομένου του Stuart Russell, του Max Tegmark και του Frank Wilczek μας προειδοποίησαν επίσης για τα πιθανά μειονεκτήματα της ΑΙ, εάν γίνει πολύ έξυπνη (S.Hawking, S.Russell, M.Tegmark, F.Wilczek 2014).

Αξίζει να σημειώσουμε όμως, ότι με τις τρέχουσες δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας. Για να υπάρξει «μοναδικότητα», θα πρέπει

να υπάρξει εξέλιξη στη «γενική ΑΙ», δηλαδή την ΑΙ που θα μπορεί να εκτελεί με επιτυχία οποιοδήποτε πνευματικό έργο που θα μπορούσε και ένας άνθρωπος. Και αυτή τη στιγμή, η γενική ΑΙ δεν υπάρχει. Η γενική ΑΙ είναι πολύ διαφορετική από την «ΑΙ τομέα» που οι περισσότεροι από εμάς γνωρίζουμε. Αυτές οι ΑΙς σε κάποιο συγκεκριμένο τομέα επικεντρώνονται σε ένα πράγμα - για παράδειγμα, την κυριαρχία στο σκάκι (DeepBlue ή Giraffe), ή στο Go (DeepMind της Google), στην οδήγηση αυτοκινήτου (αυτοκινούμενα αυτοκίνητα της Google) ή στην αναγνώριση μιας φωτογραφίας διαβατηρίου ως αναπαράσταση ενός συγκεκριμένου ατόμου. Ακόμα και για τους κορυφαίους υποστηρικτές της τεχνητής νοημοσύνης, η μοναδικότητα φαίνεται να πραγματοποιείται σε κάποια μελλοντική ημερομηνία, που όσο πάει γίνεται πιο μελλοντική, συνήθως περίπου τριάντα χρόνια από τη στιγμή που γράφουν! (Vinge 1993)

9.2 - Θέσεις εργασίας και Οικονομία

Η τεχνητή νοημοσύνη εξελίσσεται ολοένα και περισσότερο και έχει ήδη σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομία. Σε μια μελέτη του 2013, οι οικονομολόγοι Frey και Osborne χρησιμοποίησαν οι ίδιοι τεχνικές ΑΙ για να εντοπίσουν τις επιπτώσεις του αυτοματισμού στην αγορά εργασίας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις τους, περίπου το 47% των τρεχουσών θέσεων εργασίας στις ΗΠΑ διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να εκτελούνται από μηχανήματα τις επόμενες μία με δύο δεκαετίες (Frey and Osborne 2017). Μέχρι σήμερα, έχουν επηρεαστεί περισσότερο οι θέσεις εργασίας μεσαίου εισοδήματος που, αντικατοπτρίζοντας τις εργασίες του σήμερα είναι πιο ευαίσθητες στον αυτοματισμό (Autor and Dorn 2013).

Τα προηγούμενα κύματα βαθιών αλλαγών στην οικονομία (για παράδειγμα, η μετάβαση από μια οικονομία που βασίζεται στη γεωργία σε μια οικονομία που βασίζεται στην βιομηχανία) έχουν προσαρμοστεί αλλάζοντας την εμβέλεια και τη φύση της εκπαίδευσης και της μάθησης. Η κατευθυντήρια σκέψη ήταν, ότι εάν «οι εργαζόμενοι έχουν ευέλικτες δεξιότητες και εάν η εκπαιδευτική υποδομή επεκταθεί επαρκώς, [τότε]... ο αγώνας μεταξύ τεχνολογίας και εκπαίδευσης δεν θα κερδηθεί από καμία πλευρά και η ευημερία θα μοιραστεί ευρέως» (Claudia and Katz 2009). Αμφισβητείται αν αυτό θα ισχύει ενόψει της ταχέως αναπτυσσόμενης ΑΙ. Μια ιστορική άποψη παρέχει στοιχεία, ότι η τεχνολογική αλλαγή είχε πάντα μαζί της μια σειρά από νέους ρόλους που δεν θα μπορούσαμε να είχαμε προβλέψει ή φανταστεί

προηγούμενως. Άλλοι, όπως ο Martin Ford, πιστεύουν ότι καθώς ο αυτοματισμός αναλαμβάνει όλο και πιο εξελιγμένα καθήκοντα, ο αριθμός των θέσεων εργασίας θα είναι πολύ μικρός για να διατηρήσει τα τρέχοντα ποσοστά απασχόλησης (Ford M. 2015). Ας κρατήσουμε την αισιόδοξη στάση, που ευθυγραμμίζεται με την ιστορική άποψη. Η ΑΙΕΔ μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για να μας βοηθήσει να προετοιμαστούμε για τους νέους ρόλους που θα δημιουργήσει η οικονομία.

9.3 - Αστοχία Λογισμικού

Τι θα συμβεί εάν η ΑΙ «κάνει λάθος»;

- Στο οικονομικό «flash crash» του 2010, ποιος είναι υπεύθυνος, ο τελικός χρήστης ή ο προγραμματιστής;
- Ένα επαναστατικό νέο αυτοκίνητο οδήγησε τον Μάιο του 2016 στο θάνατο του οδηγού, όταν το αυτοκίνητο που βρισκόταν στο «αυτόματο πιλότο» πήγε κάτω από ένα ρυμουλκούμενο τρακτέρ που δεν εντοπίστηκε από το λογισμικό (Reuters / ABC 2016).
- Το λάθος που έφερε σε δύσκολη θέση την Microsoft: εμπιστεύτηκε ένα AIbot με το όνομα Tay να βγει στο Twitter χωρίς παρακολούθηση. Έχοντας αυτοπεποίθηση στην ικανότητα του bot να λειτουργεί ανεξάρτητα, η Microsoft ανακάλυψε ότι ο Tay μετατράπηκε γρήγορα σε έναν λογαριασμό ρατσισμού, φανατισμού και μίσους.

Είναι δυνατόν να κατανοήσουμε πώς το λογισμικό έλαβε τις αποφάσεις του, ώστε να διορθωθεί και να αποφευχθούν μελλοντικά προβλήματα; Αυτό μπορεί να είναι δύσκολο, εάν το ΑΙ λογισμικό χρησιμοποιεί νευρωνικά δίκτυα. Επίσης, κάθε λογισμικό είναι επιρρεπές στη χειραγώγηση. Τι θα συμβεί εάν τεχνολογία ΑΙ δημιουργηθεί ή τροποποιηθεί για εγκληματικούς σκοπούς; Οι συνέπειες της ηλεκτρονικής εισβολής (hacking) είναι γνωστές για τα απλά υπολογιστικά συστήματα, πόσο μάλλον σε συστήματα που ενσωματώνουν ΑΙ. «Αποφάσεις που βασίζονται στον ανθρώπινο προβληματισμό λαμβάνονται τώρα αυτόματα. Το λογισμικό κωδικοποιεί χιλιάδες κανόνες και οδηγίες που υπολογίζονται σε ένα κλάσμα του δευτερολέπτου» (Pasquale 2015). Τι θα συμβεί στην ενδεχόμενη σκόπιμη έλλειψη διαφάνειας στους αλγόριθμους;

Κεφάλαιο 10 - Κίνδυνοι στην Εκπαίδευση

Ο ρόλος της τεχνολογίας στην τάξη ήταν πάντα ένα αμφιλεγόμενο θέμα, όπως π.χ. ο χρόνος που μπορούν να είναι τα παιδιά μπροστά στην οθόνη ή το αντίκτυπο της τεχνολογίας στη γνωστική τους ανάπτυξη. Τώρα, με την εμφάνιση της τεχνητής νοημοσύνης, το δίλημμα μεταξύ των ωφελειών της στην εκπαίδευση και των πιθανών κινδύνων από αυτήν, μεγαλώνει.

Η τεχνητή νοημοσύνη ήδη έχει αρχίσει να γίνεται ένας αξιόπιστος βοηθός στην τάξη, από την αυτόματη βαθμολόγηση και τις διοικητικές εργασίες έως την παροχή εξατομικευμένης μάθησης και διδασκαλίας στους μαθητές. Ωστόσο, αυτό το επίπεδο πολυπλοκότητας δεν έρχεται χωρίς τους κινδύνους του.

10.1 - Διαμοιρασμός Δεδομένων – Προσωπικά Δεδομένα

Η κοινή χρήση δεδομένων είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση των συστημάτων AIED και η κοινή χρήση ανώνυμων δεδομένων δίνει τη δυνατότητα στην AIED να προχωρήσει προς τα εμπρός με άλματα, μειώνοντας τις άχρηστες διπλές προσπάθειες. Αλλά αυτός ο τύπος κοινής χρήσης εισάγει μια σειρά από προβλήματα και ερωτήσεις, από το ατομικό απόρρητο έως την ιδιοκτησία πνευματικών δικαιωμάτων. Πράγματι, ο αυξανόμενος όγκος και η ποικιλομορφία των δεδομένων που δημιουργούνται από τα συστήματα AIED διπλασιάζει τις ήδη υπάρχουσες ηθικές ανησυχίες σχετικά με το τι συμβαίνει στα εκπαιδευτικά δεδομένα. Ποιες είναι οι επιπτώσεις των μεθόδων, των τεχνολογιών και των ιδεολογιών που υποστηρίζουν τη δημιουργία, ανάλυση, ερμηνεία και χρήση των δεδομένων ενός συστήματος AIED; Ποιος κατέχει τα δεδομένα, ποιος μπορεί να τα χρησιμοποιήσει, για ποιους σκοπούς και ποιος είναι τελικά υπόλογος;

10.2 - Κατασκοπεία

Έχουν διατυπωθεί πολλές ανησυχίες σχετικά με τους εκπαιδευτικούς «συντρόφους» (learning companions). Αν και προορίζονται για να υποστηρίξουν τους μαθητές σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, υπάρχουν φόβοι, ότι ένας σύντροφος που «ακολουθεί» θα έχει ως αποτέλεσμα τη διαρκή καταγραφή των αποτυχιών του εκπαιδευομένου εις βάρος της μελλοντικής του προόδου. Ομοίως, η έννοια ενός βοηθού διδασκαλίας AIED προκαλεί ανησυχίες στο ότι η τεχνολογία θα χρησιμοποιηθεί ως κατάσκοπος στην

τάξη, για να καταγράψει και να αναφέρει στον εκπαιδευτικό οποιαδήποτε αντιληπτή μη βέλτιστη απόδοση του μαθητή.

10.3 - Αντικατάσταση των εκπαιδευτικών

Παραδεχόμενοι τα τρέχοντα όρια της τεχνολογίας δεχόμαστε και ότι η ΑΙ δεν είναι ακόμη έτοιμη να αντικαταστήσει τους εκπαιδευτικούς, αλλά είναι πολύ πιθανή και πραγματική η δυνατότητά της να τους «συμπληρώσει-αυξήσει».

Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η εκπαίδευση είναι κατ' εξοχήν μια ανθρωποκεντρική προσπάθεια και όχι μια τεχνολογική κεντρική λύση. Παρά τις ραγδαίες εξελίξεις στην ΑΙ, η ιδέα να βασιστούμε αποκλειστικά στην τεχνολογία είναι ένα επικίνδυνο μονοπάτι. Είναι σημαντικό να εστιάσουμε στο γεγονός, ότι είναι οι άνθρωποι που πρέπει να εντοπίζουν τα προβλήματα, να ασκούν κριτική, να εντοπίζουν κινδύνους και να θέτουν σημαντικές ερωτήσεις που μπορεί να ξεκινούν από ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, οι δομές εξουσίας και ο έλεγχος στην απαίτηση για καλλιέργεια της δημιουργικότητας, αφήνοντας μια ανοιχτή πόρτα στην ηρεμία και τις απροσδόκητες διαδρομές της διδασκαλίας και της μάθησης. Πρέπει να διατηρήσουμε τον στόχο του να οικοδομούμε μορφωμένους, νοήμονες και υπεύθυνους πολίτες, που είναι προσκολλημένοι στις γενικές αξίες του ανθρωπισμού.

10.4 - Έρευνες με θέμα την «αντικατάσταση των εκπαιδευτικών από τεχνολογικά προϊόντα»

«Η καινοτομία στην εκπαίδευση δεν είναι απλώς θέμα εισαγωγής περισσότερης τεχνολογίας σε περισσότερες αίθουσες. Πρόκειται για την αλλαγή των προσεγγίσεων στη διδασκαλία, έτσι ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν τις δεξιότητες που χρειάζονται για να ευδοκιμήσουν σε ανταγωνιστικές παγκόσμιες οικονομίες» (Schleicher 2015).

Η χρήση αυτοματοποιημένων μεθόδων στη διδασκαλία «καθοδηγείται από μια παραγωγικότητα προσανατολισμένη στη λύση», και όχι από τον παιδαγωγικό ή φιλανθρωπικό συλλογισμό, οπότε πρέπει να επανεξετάσουμε την ανθρωπιστική προοπτική της μαζικής εκπαίδευσης και την αντικατάσταση της «ψυχρής τεχνοκρατικής επιταγής» (Bayne 2015).

Εάν φτάσουμε στο σημείο, όπου το πρόγραμμα σπουδών των σχολείων και των πανεπιστημίων καθώς και ο έλεγχος των πληροφοριών και του ήθους τους καθορίζεται

από μια χούφτα τεχνολόγων, τότε η εκπαίδευση βρίσκεται μπροστά σε μια πολύ διαφορετική εποχή (Xing and Marwala 2018).

Ο Alfie Kohn, ένας Αμερικανός συγγραφέας και λέκτορας στους τομείς της εκπαίδευσης, της γονικής μέριμνας και της ανθρώπινης συμπεριφοράς λέει, ότι "ορισμένες μορφές τεχνολογίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της προοδευτικής εκπαίδευσης. Η μάθηση δεν απαιτεί ποτέ τεχνολογία. Επομένως, εάν μία ιδέα, όπως η εξατομικευμένη μάθηση, παρουσιάζεται εξ αρχής ως προαπαιτούμενο λογισμικό, θα πρέπει να είμαστε εξαιρετικά δύσπιστοι για το ποιος πραγματικά ωφελείται" (Kohn 2015).

Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ΑΙ για να προετοιμάσουν τους μαθητές για έναν κόσμο υπερ-πολυπλοκότητας, όπου το μέλλον δεν περιορίζεται στον απλό στόχο της «απασχολησιμότητας». Τα **teacherbots** παρουσιάζονται ήδη ως μία ενοχλητική εναλλακτική λύση στο παραδοσιακό διδακτικό προσωπικό, αλλά είναι πολύ σημαντικό να αναρωτηθούμε σε αυτό το σημείο πως θα τα χρησιμοποιούμε προς όφελος των μαθητών, στο πλαίσιο μιας βαθιάς επανεξέτασης αυτού που σήμερα ορίζεται ως «χαρακτηριστικά αποφοίτου – graduate attributes» (Masonetal. 2016).

Κι άλλες κριτικές βασίζονται εξ' ολοκλήρου στην ιδέα, ότι ένας σπουδαστής με υψηλό κίνητρο δεν χρειάζεται καν ένα εξατομικευμένο σύστημα μάθησης, καθώς αυτός ο μαθητής ανακαλύπτει όλες τις σημαντικές πληροφορίες που απαιτούνται για τη μελέτη του από μόνος του. Κατά μία άποψη, σήμερα, η δημοτικότητα του όρου «εξατομικευμένη μάθηση» δεν πηγάζει από τα αιτήματα των μαθητών, αλλά από τις εταιρείες που θέλουν να πουλήσουν λογισμικό.

Πρέπει να είμαστε προσεκτικοί μπροστά στον πειρασμό να εξισώσουμε την εκπαίδευση με λύσεις που παρέχονται από αλγόριθμους. Δίνεται η ανησυχητική δυνατότητα να έχουμε μια επιφανειακή, αλλά κερδοφόρα προσέγγιση, όπου η διδασκαλία αντικαθίσταται με αυτοματοποιημένες λύσεις ΑΙ. Ειδικά καθώς βρισκόμαστε σε ένα σημείο, όπου πρέπει να βρούμε μια νέα παιδαγωγική φιλοσοφία που μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να επιτύχουν το σύνολο των δεξιοτήτων που απαιτούνται στον 21ο αιώνα για μια ισορροπημένη πολιτική, οικονομική και κοινωνική ζωή.

Η τρέχουσα χρήση τεχνολογικών λύσεων όπως τα «συστήματα διαχείρισης μάθησης» ή οι λύσεις πληροφορικής για την ανίχνευση λογοκλοπής εγείρει ήδη το ερώτημα ποιος

θέτει την ατζέντα για τη διδασκαλία και τη μάθηση: εταιρικές επιχειρήσεις ή τα εκπαιδευτικά ιδρύματα;

Η διδακτική πρακτική στην εκπαίδευση θα αντικατασταθεί από λογισμικό ΑΙ που βασίζεται σε πολύπλοκους αλγόριθμους σχεδιασμένους από προγραμματιστές που μπορούν να μεταδώσουν τις δικές τους προκαταλήψεις ή ατζέντες στα λειτουργικά συστήματα.

Η εσωτερική αρχιτεκτονική των μεγάλων εταιρειών, όπως το Facebook ή η Google, δεν ακολουθεί ένα δημοκρατικό μοντέλο, αλλά το μοντέλο των καλοπροαίρετων δικτατόρων, που γνωρίζουν τι είναι καλύτερο και αποφασίζουν χωρίς διαβούλευση για τα εσωτερικά ή εξωτερικά τους θέματα (Xing and Marwala 2018).

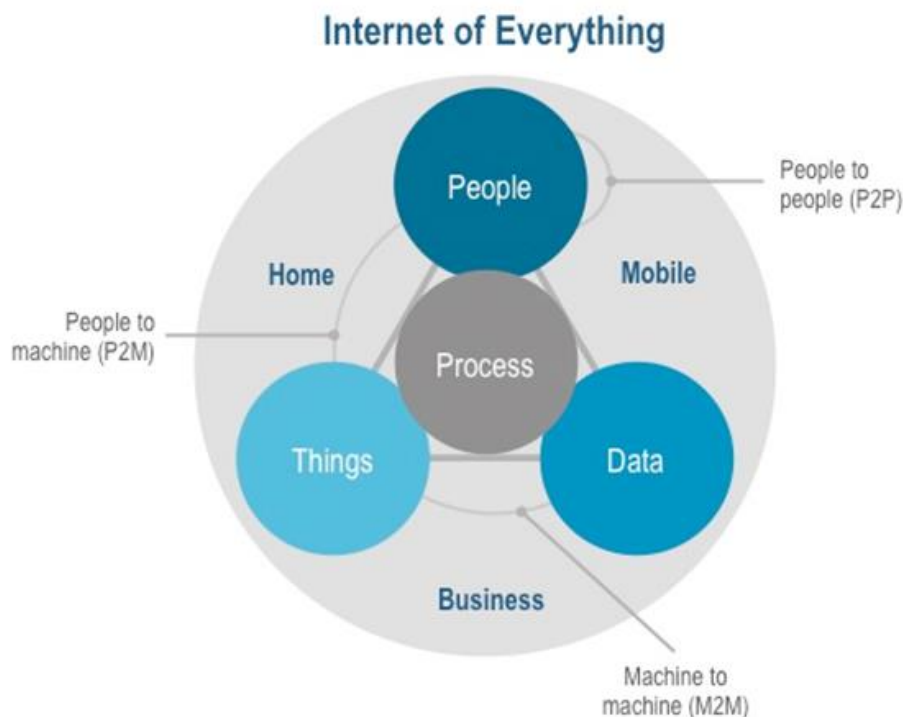
Τα ευφυή συστήματα αξιολόγησης μπορούν να παραλείψουν κάποιες σωστές, αλλά και σπάνιες μοναδικές λύσεις, δεδομένου ότι το σύστημα λαμβάνει αποφάσεις βάσει στατιστικής. Αυτό σημαίνει ότι τα συστήματα αξιολόγησης που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη δεν μπορούν να είναι απολύτως αληθινά σε κάθε πιθανή κατάσταση χωρίς τον ανθρώπινο παράγοντα (Chassignol et al. 2018).

Κεφάλαιο 11–Διαδίκτυο των Πραγμάτων – Internet of Things – IoT

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο δίκτυο μιας ποικιλίας διαφορετικών «συνδεδεμένων πραγμάτων». Η χρήση του IoT στην εκπαίδευση είναι σαν ένα νέο κύμα αλλαγών, που φέρνει νέες ευκαιρίες και δυνατότητες βελτίωσης, τόσο της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης, όσο και της υποδομής των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.

Η έννοια των συνδεδεμένων συσκευών ή πραγμάτων έχει δώσει νέα ώθηση στο Διαδίκτυο: οτιδήποτε, οπουδήποτε μπορεί να συνδεθεί με το Διαδίκτυο και να γίνει «Εξυπνο». Οι συνδεδεμένες συσκευές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να μοιράζονται πληροφορίες, οι οποίες μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν σε περαιτέρω επεξεργασία για τη λήψη ορισμένων αποφάσεων. Όλη αυτή η ιδέα ονομάζεται «Διαδίκτυο των Πραγμάτων» - «Internet of Things - IoT».

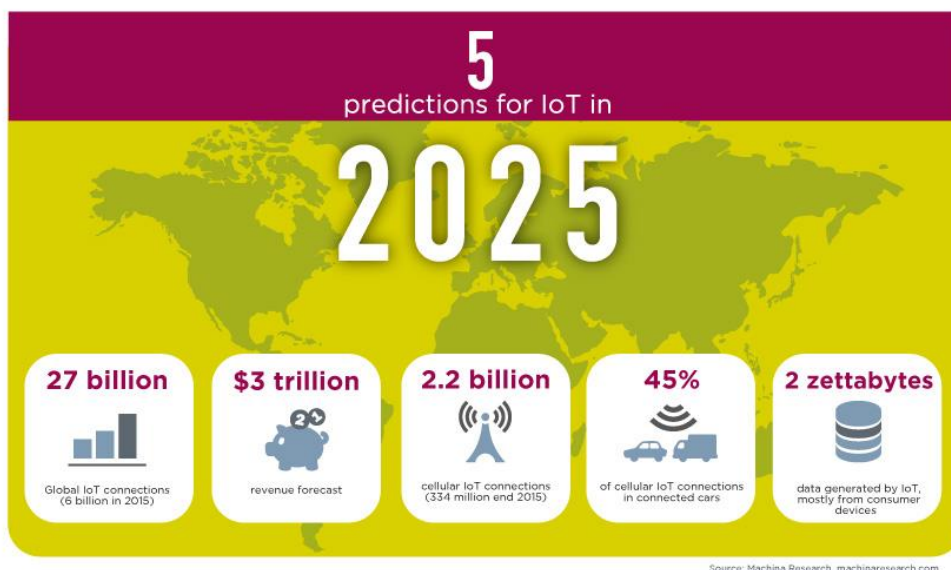
Σύμφωνα με τον Mark Weiser, «Οι πιο ισχυρές τεχνολογίες είναι αυτές που εξαφανίζονται. Υφαίνονται στον ιστό της καθημερινής ζωής, έως ότου δεν διακρίνονται μέσα σε αυτόν» (Weiser 1999). Ο Kevin Ashton χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τον όρο Internet of Things το 1999. Από την αρχή του Internet of Things, πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να ορίσουν το IoT με διάφορους τρόπους όπως το Internet of Everything (Διαδίκτυο των Πάντων), το Internet of Anything (Διαδίκτυο του οτιδήποτε), το Internet of People (Διαδίκτυο των Ανθρώπων), το Internet of Signs (Διαδίκτυο των Σημάτων), το Internet of Services (Διαδίκτυο των Υπηρεσιών), Internet of Data (Διαδίκτυο των Δεδομένων) ή Internet of Processes (Διαδίκτυο των Διαδικασιών) (Cornel and Ph 2015). Σύμφωνα με το (Oriwoh and Conrad 2015), το IoT αντιπροσωπεύει «ο,τιδήποτε, ανάλογα με τις απαιτήσεις». Η Cisco ορίζει το IoT, ως ένα δίκτυο συνδεδεμένων φυσικών αντικειμένων. Χρησιμοποιεί επίσης τον όρο Internet of Everything για φυσικά και εικονικά αντικείμενα. Η Cisco δηλώνει ότι «*Το IoE συγκεντρώνει ανθρώπους, διαδικασίες, δεδομένα και πράγματα για να κάνει τις δικτυακές συνδέσεις πιο σχετικές και πολύτιμες από ποτέ - μετατρέποντας τις πληροφορίες σε ενέργειες που δημιουργούν νέες δυνατότητες, πλουσιότερες εμπειρίες και πρωτοφανείς οικονομικές ευκαιρίες για επιχειρήσεις, άτομα και χώρες*» (Barakat 2016).



Εικόνα 4: Internet of Everything (Πηγή Cisco).

Το δίκτυο IoT συνδέει διαφορετικούς τύπους συσκευών όπως, προσωπικούς υπολογιστές, φορητούς υπολογιστές, tablet, smartphone, PDA και άλλες ενσωματωμένες συσκευές χειρός. Επίσης, περιλαμβάνονται συσκευές για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, του καρδιακού ρυθμού, συσκευές όπως βραχιόλια βιοτσίπ για κατοικίδια ζώα ή ζώα εκτροφής, συσκευές κλήσης για υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, ρομπότ, αυτόνομα οχήματα, οικιακές συσκευές κ.α. Αυτές οι συσκευές συλλέγουν χρήσιμες πληροφορίες με μια ποικιλία αισθητήρων και τεχνολογιών συλλογής δεδομένων και στη συνέχεια τις μεταδίδουν σε συσκευές επεξεργασίας δεδομένων για ερμηνεία και λήψη αποφάσεων (Cornel and Ph 2015).

Ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών αυξάνεται ραγδαία και έχουν γίνει πολλές προβλέψεις σχετικά με τον αριθμό τους. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της Gartner, το 2020 θα είναι συνδεδεμένα 20,8 δισεκατομμύρια νέα πράγματα. Σύμφωνα με την Machina Research, η ανάπτυξη των συνδέσεων IoT είναι εντυπωσιακή: από 6 δισεκατομμύρια το 2015, σε 27 δισεκατομμύρια το 2025. Ο αριθμός των κυψελοειδών συνδέσεων IoT θα είναι 2,2 δισεκατομμύρια και το 45% αυτών θα είναι σε συνδεδεμένα αυτοκίνητα. Η πρόβλεψη εσόδων του IoT το 2025 είναι 3 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ. Το IoT θα παράγει επίσης πάνω από δύο zettabytes δεδομένων, γενικά από τις καταναλωτικές ηλεκτρονικές συσκευές.



Εικόνα 5: Πέντε προβλέψεις για το IoT για το 2025 (Gul et al. 2017).

Τα IoT συστήματα επικοινωνούν μέσω ασύρματων τεχνολογιών, όπως RFID (Radio-Frequency Identification), ZigBee, NFC (Near Field Communication), WSN (Wireless Sensor Network), WLAN (Wireless Local Area Network), DSL (Digital Subscriber Line), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), GPRS (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ή LTE (Long-Term Evolution).

Υπάρχουν διάφορες χρήσιμες εφαρμογές IoT, ανάλογα με τις ανάγκες των δυνητικών χρηστών, όπως οι έξυπνες πόλεις (Smart Cities), η έξυπνη ενέργεια (Smart Energy) και το έξυπνο δίκτυο (Smart Grid), έξυπνες μεταφορές και μετακινήσεις (Smart Transportation and Mobility), έξυπνα σπίτια (Smart Homes), έξυπνα κτίρια και υποδομές (Smart building and infrastructure), έξυπνη βιομηχανία και κατασκευές (Smart factory and manufacturing), έξυπνη υγεία (Smart Health), παρακολούθηση και ασφάλεια τροφίμων και νερού (Gershenfeld, Krikorian, and Cohen 2004). Η παρούσα εργασία ασχολείται με το ρόλο του IoT ειδικά στον τομέα της εκπαίδευσης. Αν και υπάρχουν πολλές διαθέσιμες έρευνες για το IoT, δεν υπάρχει μεγάλη έρευνα σχετικά με τις εφαρμογές του IoT στην εκπαίδευση. Σε αυτή την εργασία, προσπαθούμε να παρουσιάσουμε πρόσφατες έρευνες, προκλήσεις και μελλοντικές επιπτώσεις του IoT στην εκπαίδευση.

11.1 - IoT στην Εκπαίδευση

Η τεχνολογία στην εκπαίδευση έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη σύνδεση και την εκπαίδευση των μαθητών, ενώ και η τεχνολογία IoT ειδικότερα έχει σημαντικό αντίκτυπο στον τομέα της εκπαίδευσης. Το IoT δεν έχει αλλάξει μόνο τις παραδοσιακές πρακτικές διδασκαλίας, αλλά έχει επίσης επιφέρει αλλαγές στην υποδομή των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων (Veeramanickam and Mohanapriya 2014). Ο όρος Διαδίκτυο των Πραγμάτων στην Εκπαίδευση (Internet of Things in Education) θεωρείται δύο όψεων λόγω της χρήσης του ως τεχνολογικού εργαλείου για την ενίσχυση της ακαδημαϊκής υποδομής και ως αντικείμενο ή μάθημα για τη διδασκαλία θεμελιωδών εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών (Elyamany and AlKhairi 2015).

Η τεχνολογία IoT παίζει ρόλο στη βελτίωση της εκπαίδευσης σε όλα τα επίπεδα, συμπεριλαμβανομένης της διδασκαλίας στα σχολεία και στα πανεπιστήμια. Από τον μαθητή έως τον εκπαιδευτικό και από την τάξη έως την πανεπιστημιούπολη, όλοι μπορούν να επωφεληθούν από την τεχνολογία IoT.

Ένας άλλος τρόπος για να γίνει κατανοητός ο αντίκτυπος του IoT στην εκπαίδευση είναι μέσω της χρήσης αισθητήρων. Για παράδειγμα, το προϊόν Twine7 της Super Mechanical - ένα μικρό κουτί που περιγράφεται ως "ο απλούστερος τρόπος σύνδεσης υλικού στο Διαδίκτυο" - επιτρέπει στους χρήστες να συνδέουν σχεδόν οποιοδήποτε φυσικό αντικείμενο με ένα τοπικό δίκτυο. Το Twine περιλαμβάνει αισθητήρες και μία διαδικτυακή υπηρεσία στο σύννεφο, επιτρέποντας την εύκολη εγκατάσταση. Στρέφοντας απλώς το Twine σε ένα δίκτυο Wi-Fi, οι αισθητήρες αναγνωρίζονται αμέσως από την εφαρμογή, η οποία αντανακλά αυτό που βλέπουν οι αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο. Ακόμα και άτομα που δεν γνωρίζουν προγραμματισμό μπορούν να λαμβάνουν ενημερώσεις κειμένου και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για ό,τι αντικείμενα ή περιβάλλοντα αισθάνεται το «κουτί» (Barakat 2016).

Το IoT χρησιμοποιείται ως μέσο διδασκαλίας και έρευνας στην εκπαίδευση. Σύμφωνα με το (Marquez et al. 2016), «η ενσωμάτωση του IoT ως νέου παράγοντα σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μπορεί να διευκολύνει την αλληλεπίδραση ανθρώπων (μαθητών και εκπαιδευτικών) και (φυσικών και εικονικών) αντικειμένων στο ακαδημαϊκό περιβάλλον». Το IoT είναι ένα πολύ συναρπαστικό και ενθαρρυντικό αντικείμενο για την προσέλκυση των μαθητών και μια ιδανική πλατφόρμα για τη διδασκαλία των εννοιών της πληροφορικής (Chin and Callaghan 2013).

Συνειδητοποιώντας τη σημασία του ΙoT ως ενεργού αντικειμένου, στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Open University εισήγαγε ένα νέο μάθημα, το “My Digital Life” – “Η ψηφιακή ζωή μου”, το οποίο βασίζεται σε ΙoT έννοιες και απευθύνεται σε προπτυχιακούς φοιτητές πληροφορικής. Το “My Digital Life” βοηθά τους φοιτητές να χρησιμοποιήσουν το ΙoT σαν εργαλείο για να κατανοήσουν και να αμφισβητήσουν τον κόσμο γύρω τους (Barakat 2016). Ένα άλλο διαδραστικό μοντέλο, βασισμένο στο ΙoT, έχει δημιουργηθεί για να διδάξει την αγγλική γλώσσα. Για να διορθώσει την προφορά και το σχήμα του στόματος των μαθητών της Αγγλίας, αυτό το μοντέλο χρησιμοποιεί αισθητήρες φωνής, καθώς και οπτικούς αισθητήρες (Yafang Wang 2010). Το ΙoT χρησιμοποιείται επίσης για τη διδασκαλία θεμελιωδών εννοιών της γλώσσας προγραμματισμού στους μαθητές (Chin and Callaghan 2013). Ένα άλλο σύστημα χρησιμοποιεί αντικείμενα με ετικέτες και ένα LMS (Learning Management System - Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης) για τη συλλογή δεδομένων και την ανάλυση της μεθόδου μάθησης των μαθητών, χρησιμοποιώντας τεχνικές ανάλυσης της μάθησης (learning analytics techniques) (Cheng and Liao 2012).

Παρακάτω, θα παρουσιάσουμε μερικές εργασίες, στις οποίες έγινε χρήση της τεχνολογίας ΙoT, ως εργαλείο για τη βελτίωση της εκπαίδευσης και τη διευκόλυνση της εκπαιδευτικής ζωής. Στο Πανεπιστήμιο της Πάδοβας έγινε μία πραγματική προσπάθεια για τη χρήση και την εφαρμογή της τεχνολογίας ΙoT (Cheng and Liao 2012). Ο κύριος στόχος της μελέτης αυτής ήταν να αναπτύξουν ένα μοντέλο διαδικτυακών υπηρεσιών (Web service model) για ασύρματο δίκτυο αισθητήρων και να παράσχουν ένα πλαίσιο που είχε επικυρωθεί μέσω μιας μελέτης περίπτωσης. Αυτές οι υπηρεσίες εφαρμόστηκαν στη συνέχεια στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Πάδοβας. Η εργασία εξετάζει την ενσωμάτωση του Cloud Computing (Υπολογιστικού Νέφους) και του ΙoT στη δομή των εκπαιδευτικών πόρων και παρέχει ένα μοντέλο αυτής της ενσωμάτωσης. Μια άλλη μελέτη (Castellani et al. 2010) συζητά τον αντίκτυπο τεσσάρων διαφορετικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων του ΙoT (Διαδίκτυο των Πραγμάτων), του Cloud Computing (Υπολογιστικό νέφος), του Data Mining (Εξόρυξη Δεδομένων) και του Triple-Play στη νέα εξ' αποστάσεως εκπαίδευση. Το ερευνητικό έργο στο (Y. Chen and Dong 2013) περιγράφει την εφαρμογή του ΙoT και του Cloud Computing στην Εκπαίδευση και επίσης διαφοροποιεί την έξυπνη πανεπιστημιούπολη από την ψηφιακή πανεπιστημιούπολη. Ένα ολοκληρωμένο αρχιτεκτονικό μοντέλο παρουσιάστηκε για

την ανάπτυξη του συστήματος IoT σε μια ακαδημαϊκή εγκατάσταση στο (Elyamany and AlKhairi 2015).

11.2 - Έξυπνο περιβάλλον βασισμένο σε IoT

Η ιδέα του Mark Weiser σχετικά με τα έξυπνα περιβάλλοντα είναι ότι, οι έξυπνες συσκευές και τα έξυπνα περιβάλλοντα θα είναι διαθέσιμα παντού, ώστε όλοι να είναι σε θέση να εκτελούν εργασίες ρουτίνας (Weiser 1999). Τα έξυπνα περιβάλλοντα μπορούν να είναι έξυπνα σπίτια, έξυπνα γραφεία, έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας και άλλα έξυπνα μέρη (Lucke, Constantinescu, and Westkämper 2008). Ο πρωταρχικός σκοπός των έξυπνων περιβαλλόντων που βασίζονται σε IoT είναι να παρέχουν ευκολία στις καθημερινές εργασίες ρουτίνας. Για παράδειγμα, όταν οδηγούμε ένα αυτοκίνητο, θέλουμε να μάθουμε για τις οδικές συνθήκες, την καλύτερη διαδρομή, την κυκλοφοριακή συμφόρηση ή να αλλάξουμε τους ραδιοφωνικούς σταθμούς κ.λπ. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες, τους ενεργοποιητές και τις έξυπνες συσκευές, μπορεί κανείς να πάρει όλες αυτές τις πληροφορίες μόνο με τη φωνή του (Husnjak, Perakovic, and Jonovic 2014).

Οι τρεις πρωταρχικοί στόχοι του έξυπνου περιβάλλοντος είναι η εκμάθηση, η συλλογιστική και η πρόβλεψη. Με άλλα λόγια, τα έξυπνα περιβάλλοντα πρέπει να μαθαίνουν ή να καταλαβαίνουν πως λειτουργεί και σκέφτεται το περιβάλλον και πρέπει να μπορούν να αντιδρούν ανάλογα με την ενέργεια ή την κατάσταση. Ένα έξυπνο περιβάλλον μπορεί να εκφραστεί «ως ένα σύστημα που μπορεί να αποκτήσει και να εφαρμόσει γνώσεις για το περιβάλλον και τους κατοίκους του, για να βελτιώσει την εμπειρία τους σε αυτό το περιβάλλον» (Youngblood et al. 2005).

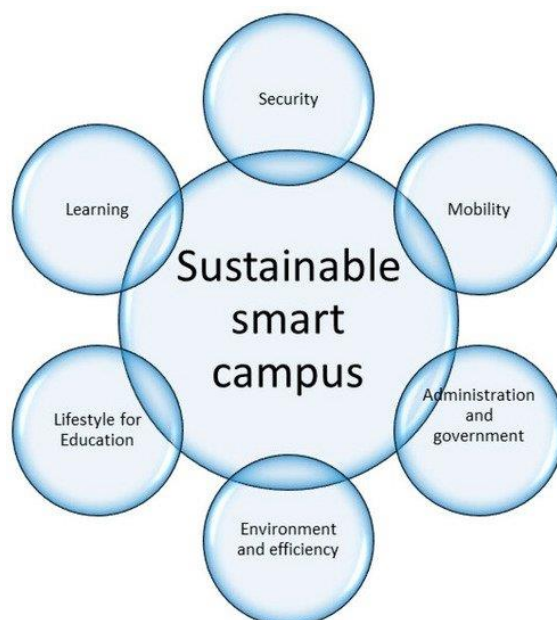
11.3 - Έξυπνα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα βασισμένα στο IoT

Σε γενικές γραμμές, σχεδόν όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα (π.χ. πανεπιστημιούπολεις) είναι συνδεδεμένα στο Διαδίκτυο, και σε καθένα από αυτά υπάρχουν πολλά αντικείμενα, όπως παράθυρα, πόρτες, προβολείς, εκτυπωτές, αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, χώροι στάθμευσης και κτίρια. Χρησιμοποιώντας αισθητήρες, RFID, NFC, ετικέτες QR και άλλες τεχνολογίες IoT, αυτά τα αντικείμενα μπορούν να μετατραπούν

σε έξυπνα αντικείμενα (Cata 2015). Το έξυπνο εκπαιδευτικό ίδρυμα (Smart Campus) μπορεί να είναι μια συλλογή πολλαπλών έξυπνων πραγμάτων σε ένα μόνο σύστημα. Ένα έξυπνο εκπαιδευτικό ίδρυμα(π.χ. μία πανεπιστημιούπολη) μπορεί να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Έξυπνη εφαρμογή ηλεκτρονικής μάθησης (E-learning application) με IoT
- Έξυπνες τάξεις (Smart Classes)βασισμένες σε IoT
- Έξυπνα εργαστήρια βασισμένα σε IoT
- Αισθητήρες IoT για διαμοιρασμό (κοινή χρήση) σημειώσεων
- Αισθητήρες IoT για κινητές συσκευές
- Hotspot με δυνατότητα IoT για το Ίδρυμα (Veeramanickam and Mohanapriya 2014).

Εκτός από τα παραπάνω, ένα έξυπνο εκπαιδευτικό ίδρυμα μπορεί να έχει πολλά άλλα έξυπνα χαρακτηριστικά, όπως έξυπνο χώρο στάθμευσης, έξυπνο αποθετήριο, έξυπνο φωτισμό και έξυπνη παρακολούθηση μαθητών, αγαθών και εξοπλισμού χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID (Cata 2015). Το Έξυπνο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα διαθέτει έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας, έξυπνους διαδρόμους με πίνακες ανακοινώσεων και κέντρα δεδομένων (datacenters) για την επεξεργασία όλων των τύπων δεδομένων (Simić et al. 2015).



Εικόνα 6: Έξυπνο campus και οι εφαρμογές του (Villegas-Ch, Palacios-Pacheco, and Luján-Mora 2019)

Μια άλλη μελέτη διεξήχθη για τη δημιουργία μιας ευφυούς πανεπιστημιούπολης

χρησιμοποιώντας το crowdsourcing και άλλες τεχνολογίες. Ο σκοπός της μελέτης ήταν να συλλέξει δεδομένα από το πλήθος, να τα αναλύσει και να βγάλει συμπεράσματα σε σχέση με την προστιθέμενη αξία αυτών των υπηρεσιών (Adamko and Kollar 2014).

11.4 - Έξυπνη τάξη βασισμένη σε IoT

Η έξυπνη τάξη είναι ένα πνευματικό περιβάλλον εξοπλισμένο με προηγμένα εκπαιδευτικά βοηθήματα, βασισμένα στην πιο πρόσφατη τεχνολογία ή σε έξυπνα αντικείμενα. Αυτά τα έξυπνα αντικείμενα μπορούν να είναι κάμερες, μικρόφωνα και πολλοί άλλοι αισθητήρες, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση της ικανοποίησης των μαθητών, σχετικά με τη μάθηση ή με άλλα σχετιζόμενα θέματα. Το έξυπνο αντικείμενο παρέχει ευκολία και άνεση στη διαχείριση της τάξης. Η χρήση του IoT σε μια τάξη μπορεί να βοηθήσει στην παροχή ενός καλύτερου περιβάλλοντος διδασκαλίας και μάθησης.

1. **Έξυπνη διαχείριση τάξεων:** Ο όρος «διαχείριση τάξης» σημαίνει έναν τρόπο ή μία προσέγγιση που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός για τον έλεγχο και τη διαχείριση της τάξης του. Οι έξυπνες συσκευές δίνουν τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να αποφασίσει πότε πρέπει να μιλά δυνατά, όταν οι μαθητές χάνουν το ενδιαφέρον τους ή όταν το επίπεδο της συγκέντρωσής τους μειώνεται (Rytivaara 2012).

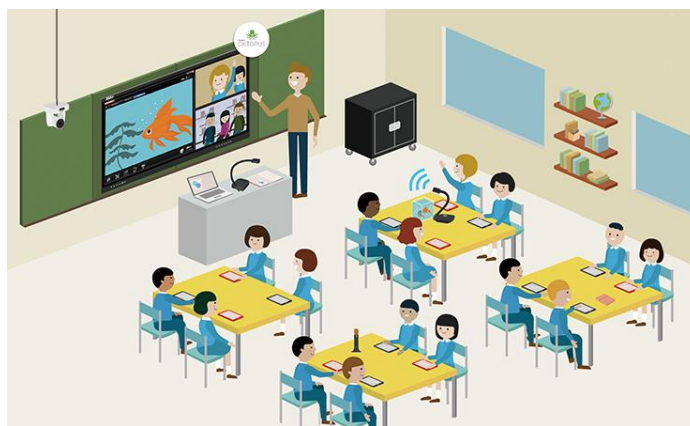
Η χρήση συσκευών IoT για σκοπούς διδασκαλίας και μάθησης είναι η πιο επίκαιρη τάση μεταξύ των ιδρυμάτων σε όλο τον κόσμο, η οποία παρέχει μια νέα και καινοτόμο προσέγγιση στην εκπαίδευση και τη διαχείριση της τάξης. Τέτοια εργαλεία χρησιμοποιούνται ήδη. Μερικές από τις συσκευές IoT που χρησιμοποιούνται συνήθως στην τάξη είναι:

- Διαδραστικοί πίνακες
- Τάμπλετ και φορητές συσκευές
- 3-D εκτυπωτές
- eBooks (ηλεκτρονικά βιβλία)
- Κάρτες ταυτότητας μαθητή
- Αισθητήρες θερμοκρασίας
- Κάμερες ασφαλείας και βίντεο
- Αισθητήρες θερμοκρασίας δωματίου
- Ηλεκτρικός φωτισμός και συντήρηση

- Έξυπνα συστήματα HVAC (Heating, Ventilation and AC systems)
- Συστήματα παρακολούθησης προσοχής και συγκέντρωσης των μαθητών
- Ασύρματες κλειδαριές πορτών

Οι έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να γνωρίζουν τι θέλουν να μάθουν οι μαθητές και τον τρόπο που θέλουν να το μάθουν, κάτι που είναι επωφελές τόσο για το εκπαιδευτικό προσωπικό, όσο και για τους μαθητές. Επιπλέον, οι έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν τον πραγματικό σκοπό της χρήσης της τεχνολογίας, το οποίο επίσης καθιστά τη διαδικασία της μάθησης ευκολότερη (StillUniversity), (Chang 2011). Η πρόοδος στον τομέα της τεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν αίθουσες διδασκαλίας που να είναι παραγωγικές, χρήσιμες και συνεργατικές και η διαχείρισή τους να γίνεται μέσω του ΙοΤ.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι περισσότερες από τις πρόσφατες μελέτες προτείνουν διαφορετικά μοντέλα για έξυπνες αίθουσες διδασκαλίας. Πολλές προηγμένες και καινοτόμες έννοιες προτείνονται ή εισάγονται στην εκπαίδευση, όπως π.χ. η τεχνολογία **IoT με crowdsourcing** στην ηλεκτρονική εκπαίδευση η οποία θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη στη βελτίωση των διαδικασιών της μάθησης και της διδασκαλίας (*crowdsourcing: μέθοδος λήψης πληροφοριών και εισαγωγής τους σε ένα συγκεκριμένο έργο από διάφορα άτομα, αμειβόμενα ή μη, συνήθως μέσω υπηρεσιών του Διαδικτύου*).



Εικόνα 7: Έξυπνη τάξη (<https://www.aver.com/AVerExpert/7-edtech-tools-every-smart-classroom-needs>).

2. Σύστημα παρακολούθησης Έξυπνης τάξης (Smart Classroom Attendance System)

Η παρακολούθηση των συμμετεχόντων σε μια τάξη είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Η χρήση του IoT μπορεί να εξοικονομήσει και χρόνο και κόπο. Μια μελέτη πρότείνει ένα αποτελεσματικό έξυπνο σύστημα ονομαστικής κλήσης στην τάξη (SCRCS – Smart Classroom Roll Caller System), που χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική IoT για τη συλλογή ή καταγραφή της παρουσίας των μαθητών, μετά από κάθε διδακτική ώρα, έγκαιρα και με ακρίβεια. Οι ετικέτες RFID επισυνάπτονται στις κάρτες ταυτότητας των μαθητών. Το SCRCS μπορεί να εγκατασταθεί σε κάθε τάξη και να διαβάζει συλλογικά την ταυτότητα των μαθητών. Σε μία LED οθόνη, στην αρχή οποιουδήποτε μαθήματος, δείχνει όχι μόνο τη συνολική παρουσία, αλλά επίσης όλη την ταυτότητα σε πολλαπλές υποδοχές SCRCS. Το αρχείο παρακολούθησης ενός μαθητή φυλάσσεται επίσης σε γραφείο του εκπαιδευτικού ιδρύματος (Chang 2011). Μια άλλη μελέτη πρότείνει ένα σύστημα παρακολούθησης μέσω διαδικτύου, που χρησιμοποιεί τεχνολογία NFC σε έξυπνα τηλέφωνα Android. Ο μαθητής πλησιάζει τη μητρική κάρτα προς το NFC Android τηλέφωνο και η συμμετοχή του αποθηκεύεται αυτόματα στο διακομιστή. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να ελέγξουν την παρουσία από τα έξυπνα τηλέφωνα τους (Alghamdi and Shetty 2016).

3. Σχόλια σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την ποιότητα της διάλεξης: Η κατανόηση ενός διδασκόμενου θέματος από τους μαθητές σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα της διάλεξης. Τα σχόλια των μαθητών διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας των διαλέξεων. Μια μελέτη προτείνει ένα δημιουργικό περιβάλλον, που μπορεί να παρακολουθεί και να παρατηρεί τις αντιδράσεις των μαθητών σε μια διάλεξη, χρησιμοποιώντας τεχνολογία ανίχνευσης και παρακολούθησης. Αυτή η έξυπνη τάξη που βασίζεται στο IoT παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την ποιότητα των διαλέξεων που θα βοηθήσουν στη βελτίωση της ποιότητας τους (Chew 2015).

11.5 - Έξυπνο εργαστήριο βασισμένο σε IoT

Λέγεται ότι «το κτίριο του εκπαιδευτικού ιδρύματος (ή η πανεπιστημιούπολη) είναι το

εργαστήριο». Αυτή η ιδέα είναι μέρος ενός εγχειρήματος που ξεκίνησε στην ΕΕ και ονομάζεται «Ζωντανά Εργαστήρια –Living Labs» στα πλαίσια του οποίου διεξήχθη μία έρευνα που συνδύασε διάφορες έννοιες, συμπεριλαμβανομένου του ΙoT, της ιδέας του ζωντανού εργαστηρίου, του i-campus, του σχεδιασμού έξυπνων κουτιών (smart box design) και του Διάχυτου-διαδραστικού Προγραμματισμού (Pervasive-interactive-Programming -PiP). Ο πρωταρχικός σκοπός της μελέτης ήταν να διδάξει τις απαραίτητες δεξιότητες προγραμματισμού σε αρχάριους, χρησιμοποιώντας ΙoT και PiP μαζί. Συνολικά 18 συμμετέχοντες, συμπεριλαμβανομένου του εκπαιδευτικού προσωπικού και των μαθητών συμμετείχαν στην αξιολόγηση του PiP. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης έδειξαν ότι το PiP βοήθησε και υποστήριξε μέλη διαφορετικών υποβάθρων και ηλικιακών ομάδων να κατανοήσουν και να εξασκήσουν αποτελεσματικά τις δεξιότητες του προγραμματισμού (Chin and Callaghan 2013).

Μια άλλη μελέτη εισήγαγε ένα δημιουργικό kit εργαστηρίου, χρησιμοποιώντας ένα σύνολο αισθητήρων με πλακέτες Zigbee, RaspberryPi / Arduino, που υποστηρίζουν την ασύρματη επικοινωνία στο εργαστήριο. Υιοθετήθηκε μια μέθοδος σχεδιασμού αρθρωμάτων (modules) για τα εργαστηριακά μαθήματα και πραγματοποιήθηκε έρευνα για την αξιολόγηση του εργαστηριακού kit που είχε βάση το RaspberryPi. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν θετικά σχόλια από τους μαθητές (Temkar, Gupte, and Kalgaonkar 2016).

Στη μελέτη τους, οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι τα διαδικτυακά εικονικά εργαστήρια μπορούν επίσης να συμβάλουν στην παροχή ποιοτικού και ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό σύστημα. Παρουσιάζουν μια μελέτη περίπτωσης, όπου χρησιμοποιούν μία πλατφόρμα ΙoT και Arduino με την διαδικτυακή υπηρεσία Xively για την ανάγνωση και την εμφάνιση δεδομένων που συλλέγονται από έναν αισθητήρα θερμοκρασίας.

11.6 - Προκλήσεις στην ενσωμάτωση του ΙoT στην Εκπαίδευση

Για την επιτυχή ενσωμάτωση συσκευών ΙoT στο περιβάλλον της τάξης, ένας πάροχος εκπαίδευσης μπορεί να αντιμετωπίσει πολλές δυσκολίες, όπως το εύρος ζώνης δικτύου, η αξιόπιστη σύνδεση Wi-Fi, τα αναλυτικά στοιχεία ιστού (Web analytics), η ασφάλεια, το απόρρητο, η διαθεσιμότητα των συσκευών για τους μαθητές, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και το κόστος του εξοπλισμού, Μερικές από αυτές τις προκλήσεις αναλύονται παρακάτω.

11.6.1 - Ασφάλεια και απόρρητο

Δεδομένου ότι σε ένα IoT περιβάλλον, τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα δίκτυο συνδεδεμένων συσκευών στο Διαδίκτυο, καθώς οι συσκευές αρχίζουν να μετρούν και να συλλέγουν δεδομένα από μαθητές, θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και το απόρρητο των μαθητών. Οποιαδήποτε παραβίαση ασφάλειας, θα μπορούσε να αποκαλύψει τα προσωπικά στοιχεία του μαθητή, που σχετίζονται με το ιατρικό του αρχείο, το οικογενειακό οικονομικό υπόβαθρο ή οποιαδήποτε άλλη ιδιωτική πληροφορία.

11.6.2 - Αξιόπιστη σύνδεση WiFi

Υπάρχει συνεχής ανάγκη για νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση, όπως ασύρματα δίκτυα υψηλής ταχύτητας, που να παρέχουν το απαιτούμενο εύρος ζώνης για την ροή του ήχου και των βίντεο των μαθημάτων.

11.6.3 - Διοίκηση

Ορισμένες συσκευές και εφαρμογές, που δεν είναι συμβατές, μπορεί να εμποδίσουν τον εκπαιδευτικό οργανισμό στο να δημιουργήσει μια εγκατάσταση IoT, που να είναι αξιόπιστη και διαθέσιμη σε όλους τους χρήστες. Για την επιτυχή εφαρμογή του IoT, ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα πρέπει να διασφαλίσει τόσο ότι ο εξοπλισμός πληροφορικής, όσο και οι διδακτικές προσεγγίσεις του υποστηρίζουν τη χρήση του IoT στην τάξη. Παρόλο που οι κίνδυνοι και τα πιθανά εμπόδια σχετίζονται με την τεχνολογία, οι εκπαιδευτικοί οργανισμοί μπορεί να έχουν πλεονεκτήματα από την εξερεύνηση και τον πειραματισμό των επιλογών που ενσωματώνουν τεχνολογία IoT.

11.6.4 - Κόστος

Η εγκατάσταση τεχνολογίας IoT σε ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα μπορεί να είναι μία δαπανηρή διαδικασία. Επομένως, το κόστος των συσκευών και του εξοπλισμού είναι μια ακόμη πρόκληση.

11.7 - Αντίκτυπος του IoT στη μελλοντική εκπαίδευση

Το IoT θα βελτιώσει τη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης στο μέλλον και θα διευκολύνει τόσο τους μαθητές, όσο και τους εκπαιδευτικούς. Οι μαθητές θα μάθουν καλύτερα και οι εκπαιδευτικοί θα είναι σε θέση να εκτελούν τα καθήκοντά τους πιο

αποτελεσματικά. Προβλέπεται, ότι τα εργαλεία ΙοΤ θα παρέχουν ένα πιο ελκυστικό, ευέλικτο, δεσμευτικό και ποσοτικοποιήσιμο σύστημα εκπαίδευσης, που θα ικανοποιεί τις διαφορετικές ανάγκες ενός μεγάλου αριθμού μαθητών (Gul et al. 2017).

Ο μέσος Αμερικανός φοιτητής ξοδεύει 1025 ώρες / έτος σε μια τάξη. Δυστυχώς, περισσότερες από 308 από τις 1025 ώρες χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση αναμενόμενων διακοπών της διδακτικής διαδικασίας, όπως η διανομή υλικών της τάξης, οι μεταβάσεις ή ο χρόνος που αφιερώνεται στην αρχή και στο τέλος ενός μαθήματος. Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι ένας μαθητής ξοδεύει ένα στα πέντε λεπτά του στην τάξη για εργασίες που μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο ΙοΤ. Οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αφιερώνουν λιγότερο χρόνο σε απλές διαδικασίες και περισσότερο χρόνο στη συνεργασία τους με τους μαθητές και την παρακολούθηση της προόδου τους. Μπορούν επίσης να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες σε σύντομο χρονικό διάστημα, η παρακολούθηση θα μπορούσε να καταγράφεται αυτόματα, οι νευροαισθητήρες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της γνωστικής δραστηριότητας του εγκεφάλου των μαθητών και οι απτικές δονήσεις θα μπορούσαν να σταλούν σε φορητή συσκευή του μαθητή, ώστε να τους προειδοποιήσουν διακριτικά. Ενώ η πλειονότητα των σχολείων δεν έχει ακόμη υιοθετήσει ένα πρόγραμμα ΙοΤ, ένα τέτοιο μαθησιακό περιβάλλον δεν είναι τόσο μακριά στο μέλλον (Meyers 2015).

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι η χρήση της τεχνολογίας και ιδιαίτερα του ΙοΤ στον τομέα της εκπαίδευσης έχει ανοίξει τις πόρτες για νέες και καινοτόμες ιδέες που θα φέρουν ευκολία και βελτίωση στη ζωή, τόσο των μαθητών, όσο και των εκπαιδευτικών.

Παγκοσμίως διεξάγονται έρευνες για το σχεδιασμό πλατφορμών διδασκαλίας που βασίζονται στο ΙοΤ, συμπεριλαμβανομένων έξυπνων τάξεων, έξυπνων εργαστηρίων και ολόκληρων έξυπνων πανεπιστημιούπολεων. Έχουν γίνει επίσης μελέτες για τη διερεύνηση της χρησιμότητας των έξυπνων εφαρμογών μάθησης που βασίζονται σε ΙοΤ και απομένουν ακόμη πολλά να μελετηθούν σχετικά με το ΙοΤ στην εκπαίδευση. Ωστόσο, αν και υπάρχουν διάφορα πλεονεκτήματα του ΙοΤ στην εκπαίδευση, μπορεί να διακυβεύεται η ιδιωτικότητα και η ασφάλεια. Στο μέλλον είναι βέβαιο πως θα εισαχθούν νέες τεχνικές που θα επιλύουν όλα τα παραπάνω ζητήματα.

Κεφάλαιο 12 – Μελέτη, Ανάλυση και Πιλοτική χρήση του Προσαρμοστικού Εκπαιδευτικού Συστήματος ALEKS

Στόχος του τρίτου άξονα της διπλωματικής εργασίας ήταν η μελέτη, ο πειραματισμός και η ανάλυση των αποτελεσμάτων από τη χρήση ενός αντιπροσωπευτικού προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος.

Κατά την αναζήτηση αυτού του συστήματος, αρχικά επιλέξαμε να κάνουμε μεταγλώττιση, εγκατάσταση και μελέτη της Ευφυούς Εκπαιδευτικής Πλατφόρμας iTalk2Learn. Πρόκειται για ένα συνεργατικό, ευρωπαϊκό, ανοιχτού κώδικα πρόγραμμα, το οποίο υποστηρίζει την διδασκαλία μαθηματικών σε μαθητές από 5 έως 11 ετών. Δυστυχώς, δεν κατέστη δυνατή η επικοινωνία και η απαιτούμενη συνεργασία με τους φορείς του προγράμματος.

Επόμενη προτιμώμενη πλατφόρμα ήταν το Squirrel AI, καθώς χρησιμοποιείται από την μεγαλύτερη εταιρεία εκπαίδευσης AI στην Κίνα. Η καινοτομία του Squirrel βρίσκεται στον βαθμό λεπτομέρειας και στην κλιμάκωσή του. Για κάθε μάθημα που προσφέρει, η ομάδα μηχανικής του συνεργάζεται με μια ομάδα δασκάλων για να υποδιαιρέσει το θέμα στα μικρότερα δυνατά εννοιολογικά κομμάτια. Τα μαθηματικά του Γυμνασίου, για παράδειγμα, χωρίζονται σε πάνω από 10.000 ατομικά στοιχεία ή «σημεία γνώσης», όπως οι λογικοί αριθμοί, οι ιδιότητες ενός τριγώνου και το Πυθαγόρειο θεώρημα. Ο στόχος του είναι να διαγνώσει τα κενά στην κατανόηση ενός μαθητή όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Και στην περίπτωση του Squirrel δεν κατέστη δυνατό να προμηθευτούμε το λογισμικό για να πραγματοποιήσουμε τη μελέτη μας.

Στην ίδια όμως θεωρία που βασίζεται το Squirrel AI, το οποίο θεωρείται το πιο διαδεδομένο και αποδεκτό προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα στην Κίνα (τη Θεωρία του Χώρου της Γνώσης, η οποία περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω), βασίζεται και το εκπαιδευτικό σύστημα ALEKS της McGraw-Hill Education. Σε αυτή την περίπτωση κατέστη δυνατή η απόκτηση πρόσβασης και χρήσης του λογισμικού αυτού, την οποία αξιοποιήσαμε για τον πειραματισμό και τη συγκριτική μελέτη μεταξύ διαφορετικών χρηστών του προσαρμοστικού αυτού εκπαιδευτικού συστήματος.

Το ALEKS είναι μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε από την έρευνα που διεξήγαγαν το Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης με το Πανεπιστήμιο Irvine της Καλιφόρνια, από μια

ομάδα μηχανικών λογισμικού, μαθηματικών και γνωστικών επιστημόνων, με την υποστήριξη επιχορήγησης πολλών εκατομμυρίων δολαρίων από το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών. Το ALEKS, όπως και το Squirrel Ai, διαφέρει ριζικά από προηγούμενα εκπαιδευτικά λογισμικά. Στην καρδιά του ALEKS βρίσκεται μια **μηχανή τεχνητής νοημοσύνης που αξιολογεί κάθε μαθητή ξεχωριστά και συνεχώς**.

12.1 – Η θεωρία και η τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης του ALEKS

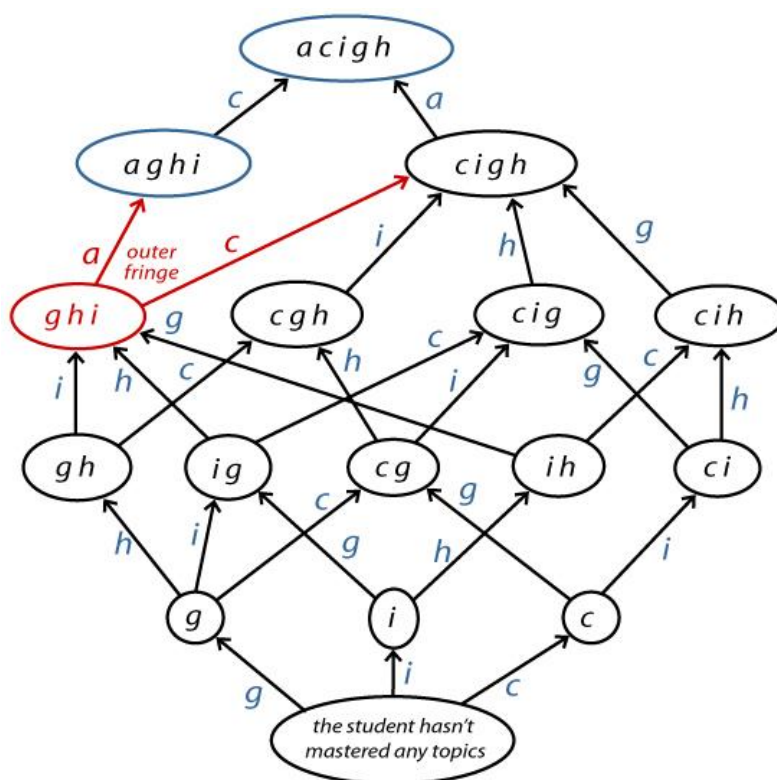
Το ALEKS βασίζεται στην πρωτότυπη θεωρητική εργασία σε ένα πεδίο μελέτης που ονομάζεται "Θεωρία του Χώρου της Γνώσης – **Knowledge Space Theory**". Η εργασία στη θεωρία του χώρου της γνώσης ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 από τον Δρ Jean-Claude Falmagne, έναν διεθνούς φήμης μαθηματικό και καθηγητή Γνωστικών Επιστημών, που είναι και ο ιδρυτής της ALEKS Corporation.

Η τεχνητή νοημοσύνη του συστήματος ALEKS βρίσκεται στις μηχανές **εκμάθησης και αξιολόγησης**. Η **έξοδος** αυτών των μηχανών δεν είναι μία αριθμητική βαθμολογία ικανότητας ή κάποιο επίπεδο επίτευξης. Αντίθετα, είναι μια **κατάσταση γνώσης**, που περιγράφει όλες τις δεξιότητες και τις έννοιες που έχει αποκτήσει μέχρι στιγμής ένας μαθητής σε ένα συγκεκριμένο μάθημα, όπως η Άλγεβρα 1 ή η Γενική Χημεία. Αυτό σημαίνει ότι καθορίζεται κάθε θέμα που ο μαθητής είναι ικανός να λύσει (και ως εκ τούτου όλα τα θέματα που ο μαθητής δεν έχει ακόμη τη δυνατότητα επίλυσης).

12.2 - Εντοπισμός της τρέχουσας κατάστασης γνώσης κάθε μαθητή

Όλες οι εφικτές καταστάσεις γνώσης για ένα συγκεκριμένο μάθημα οργανώνονται σε έναν χώρο μάθησης, ο οποίος είναι μια μαθηματική δομή που καθορίζει τη σχέση προτεραιότητας μεταξύ αυτών των καταστάσεων γνώσης, δηλαδή, ποιες καταστάσεις γνώσης μπορούν να προηγούνται ή να ακολουθούν άλλες καταστάσεις στη διαδικασία μάθησης. Η Εικόνα 9 απεικονίζει έναν πολύ μικρό χώρο μάθησης που σχηματίζεται από πέντε θέματα, με την ένδειξη a, c, g, h και i. Κάθε έλλειψη αντιπροσωπεύει μία από τις 16 εφικτές καταστάσεις γνώσης (οι 16 εφικτές καταστάσεις γνώσης αποτελούν το ήμισυ των $2^5 = 32$ μαθηματικά δυνατών υποομάδων σε έναν χώρο μάθησης που περιέχει 5 θέματα) σε αυτόν τον μικροσκοπικό μαθησιακό χώρο. Ο κενός κύκλος στο κάτω μέρος αντιπροσωπεύει την κενή κατάσταση γνώσης (δηλαδή, ο μαθητής δεν έχει

κατακτήσει κανένα από τα πέντε θέματα). Η εκμάθηση προχωρά από κάτω προς τα πάνω, τα θέματα κατακτούνται διαδοχικά. Η κατάσταση γνώσης που αντιπροσωπεύεται από την κόκκινη έλλειψη περιέχει τα στοιχεία g, h και i. Τα θέματα a και c αποτελούν τα θέματα που ο μαθητής είναι πολύ πιθανό να είναι έτοιμος να μάθει στη συνέχεια. Στην πραγματικότητα, κάθε κατάσταση γνώσης καθορίζει αυτόματα τη συλλογή θεμάτων που ο μαθητής είναι έτοιμος να μάθει εκείνη τη στιγμή. Αυτά τα θέματα αποτελούν το εξωτερικό σύνορο της κατάστασης γνώσης του μαθητή. Στο ALEKS, τα θέματα αυτά ονομάζονται «έτοιμα για εκμάθηση».



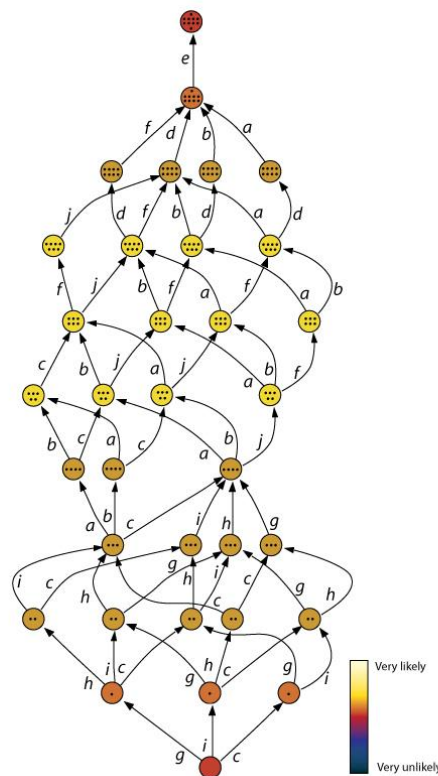
Εικόνα 8: Καταστάσεις Γνώσης 5 θεματικών πεδίων - a,c,i,g,h.

Ένα παράδειγμα γνωσιακού γράφου προέρχεται από την Άλγεβρα 2 του ALEKS, που αυτή τη στιγμή είναι ένας τομέας με 586 θέματα. Μια τυπική εφαρμογή χρησιμοποιεί 384 από αυτά. Αυτό δημιουργεί πάνω από ένα τρισεκατομμύριο εφικτές καταστάσεις γνώσης. Η μαθηματική γλώσσα της Θεωρίας του Χώρου της Γνώσης κατέστησε δυνατή τη δημιουργία αλγορίθμων που αναζητούν και εφαρμόζουν γρήγορα και αποτελεσματικά τις εφικτές καταστάσεις γνώσης πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα, ανάλογα με τη συμπεριφορά κάθε μαθητή, κατά τη διάρκεια της μάθησης και της αξιολόγησης.

12.3 – Εξατομικευμένη αξιολόγηση

Το έργο της μηχανής αξιολόγησης είναι να αποκαλύψει, μέσω αποτελεσματικών ερωτήσεων, την κατάσταση γνώσης ενός μαθητή. Η ισχυρή μηχανή αξιολόγησης στο ALEKS είναι ικανή να εντοπίσει την κατάσταση γνώσης ενός μαθητή, αφότου υποβάλει μόνο 20-30 ερωτήσεις. Επιπλέον, ο πιθανολογικός χαρακτήρας του, το καθιστά ικανό να διορθώσει μια περιστασιακή ατυχία, όπως π.χ. ένας μαθητής που κάνει ένα απρόσεκτο σφάλμα.

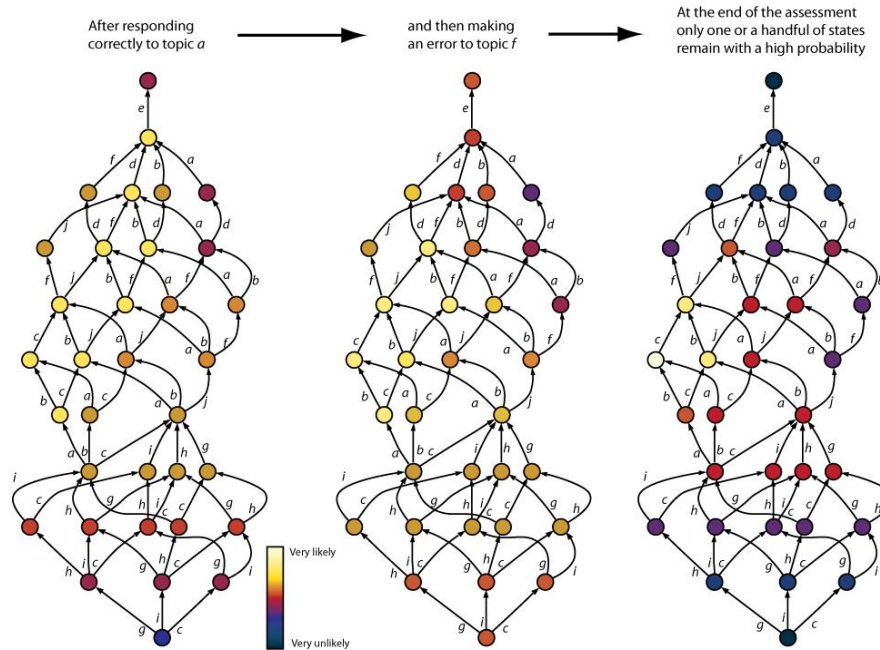
Για τον σκοπό της οπτικοποίησης, το γράφημα στην Εικόνα 10 αντιπροσωπεύει έναν γνωσιακό χώρο μόνο 10 θεμάτων και 34 καταστάσεων γνώσεων (όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, ένας πραγματικός χώρος μάθησης στο ALEKS θα περιείχε περίπου 400 θέματα και πάνω από 1 τρισεκατομμύριο καταστάσεις γνώσεων). Στην αρχή της αξιολόγησης, κάθε κατάσταση γνώσης έχει ορισμένη αρχική πιθανότητα να είναι η τρέχουσα κατάσταση του μαθητή. Αυτές οι αρχικές πιθανότητες απεικονίζονται με χρώματα που κυμαίνονται από κοκκινωπό έως κίτρινο. Κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει μια κατάσταση γνώσης. Τα χρώματα κάθε κύκλου αντιπροσωπεύουν την πιθανότητα της αντίστοιχης κατάστασης. Το μπλε-μαύρο σημαίνει πολύ απίθανο και το φωτεινό κίτρινο σημαίνει πολύ πιθανό.



Εικόνα 9: Γνωσιακός χώρος 10 θεμάτων.

Παρά το γεγονός ότι ο αριθμός των θεμάτων σε έναν τυπικό γνωστικό χώρο είναι μεγάλος, μόνο μερικές ερωτήσεις μπορούν πραγματικά να τεθούν σε οποιαδήποτε δεδομένη αξιολόγηση. Επομένως, οι διαδοχικές ερωτήσεις πρέπει να επιλέγονται επιστημονικά. Το ALEKS ξεκινά ζητώντας από τον μαθητή να λύσει ένα πρόβλημα που έχει επιλεγεί για να δίνει όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες βάσει των αρχικών πιθανοτήτων όλων των καταστάσεων γνώσης. Το ALEKS προσπαθεί πάντα να θέτει στον μαθητή μια ερώτηση κατά το δυνατόν μέγιστης πληροφόρησης, δηλαδή, μια ερώτηση για την οποία αυτός ο μαθητής έχει όσο το δυνατόν πιο κοντά στο 50% πιθανότητα να απαντήσει σωστά, με βάση όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων όλων των προηγούμενων απαντήσεων του μαθητή.

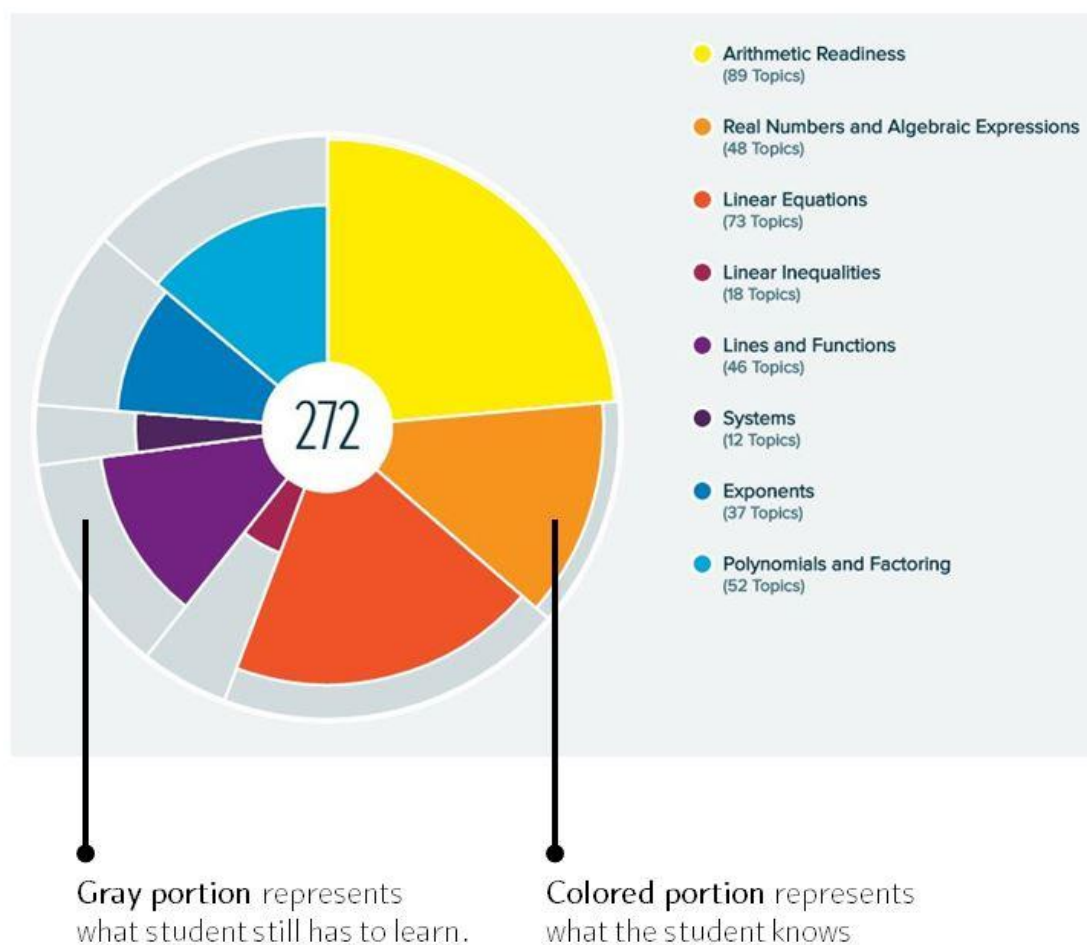
Ας υποθέσουμε ότι το πρώτο θέμα που ζητήθηκε είναι το a και η απάντηση του μαθητή είναι σωστή. Στη συνέχεια, το ALEKS θα αυξήσει τις πιθανότητες όλων των καταστάσεων γνώσης που περιέχουν το a και θα μειώσει τις πιθανότητες όλων αυτών των καταστάσεων που δεν περιέχουν το a. Αυτό απεικονίζεται από το αριστερό γράφημα της Εικόνας 11, στο οποίο τα χρώματα των κύκλων φωτίζονται και σκουραίνουν ανάλογα. Εάν το επόμενο θέμα που ζητήθηκε είναι το f και η απάντηση είναι λανθασμένη, το ALEKS θα μειώσει τις πιθανότητες των καταστάσεων που περιέχουν το f και θα αυξήσει τις πιθανότητες των καταστάσεων που δεν περιέχουν το f. Το μεσαίο γράφημα απεικονίζει το αποτέλεσμα μιας τέτοιας ενημέρωσης. Στο τέλος, η κατάσταση μπορεί να είναι όπως φαίνεται στο γράφημα δεξιά. Μόνο μία κατάσταση παραμένει με πολύ υψηλή πιθανότητα. Στη συνέχεια, το ALEKS θα επιλέξει την κατάσταση που περιέχει τα θέματα a, b, g, h και i ως την τρέχουσα κατάσταση του μαθητή. Σε μια πραγματική εφαρμογή, η αξιολόγηση ALEKS καταλήγει σε μια από τις πιο πιθανές καταστάσεις γνώσεων από τον εξαιρετικά μεγάλο αριθμό των εφικτών καταστάσεων.



Εικόνα 10: Διαμόρφωση του γνωσιακού γράφου του μαθητή, ανάλογα με τις απαντήσεις του.

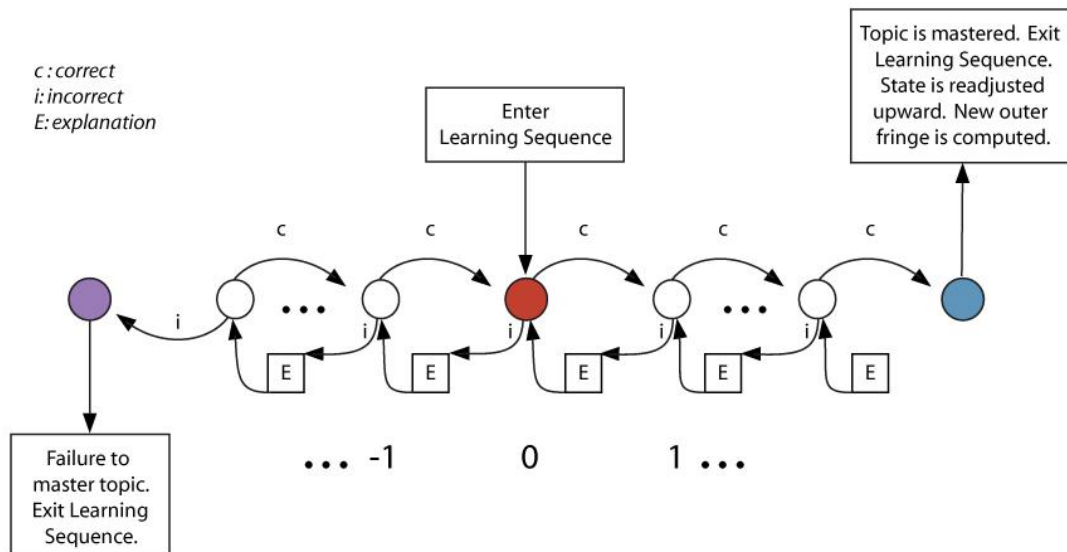
12.4 – Προσαρμοστική Μάθηση στο ALEKS

Στο τέλος της αξιολόγησης, ο μαθητής προχωρά στη Λειτουργία Μάθησης του ALEKS (ALEKS Learning Mode), όπου του δίνεται μια λίστα θεμάτων που είναι έτοιμος να μάθει. Η έννοια του «έτοιμος να μάθει» είναι κρίσιμη, γιατί εκεί πραγματοποιείται η μαθησιακή πρόοδος του μαθητή: η μάθηση προχωράει με την εξάσκηση ενός νέου θέματος από αυτά που είναι «έτοιμος να μάθει», δημιουργώντας μια νέα κατάσταση γνώσης. Η νέα κατάσταση γνώσης έχει τα δικά της θέματα «έτοιμος να μάθει», και ούτω καθεξής. Οι γνώσεις του μαθητή αντιπροσωπεύονται από ένα πολύχρωμο γράφημα πίτας, το οποίο επιπρόσθετα χρησιμεύει ως εργαλείο πλοήγησης φιλικό προς το χρήστη και ως ισχυρό κίνητρο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 12.



Εικόνα 11: Γράφημα πίτας που αναπαριστά τα θέματα που έχουν κατακτηθεί και αυτών που υπολείπονται.

Με το ALEKS, η μάθηση πραγματοποιείται βήμα προς βήμα, ένα θέμα κάθε φορά. Ο μαθητής επιλέγει ένα θέμα στη Λειτουργία Μάθησης του ALEKS, η οποία ξεκινά μια μαθησιακή ακολουθία που απεικονίζεται στην Εικόνα 13. Το ALEKS παρακολουθεί την ακολουθία επιτυχιών και αποτυχιών του μαθητή στην προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος και κατανόησης της εξήγησης και καθοδηγεί την πρόοδο του μαθητή.



Εικόνα 12: Μαθησιακή Ακολουθία.

Ο μαθητής μπαίνει στο σύστημα στην κόκκινη κουκκίδα και του δίνεται μία περίπτωση προβλήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις αποτυχίας ή όποτε ο μαθητής κάνει κλικ στο "Εξηγήστε" του δίνονται εξηγήσεις [E] σε σχέση με τη σωστή λύση. Όταν ο μαθητής δίνει σωστή απάντηση σε κάποια περίπτωση του προβλήματος, του δίνεται μια νέα περίπτωση. Όταν παρατηρηθεί μια αρκετά μεγάλη ακολουθία σωστών επιλύσεων περιπτώσεων (το μήκος αυτής της ακολουθίας εξαρτάται από το περιεχόμενο και τη συμπεριφορά του μαθητή και το ALEKS τη διαμορφώνει ως έναν τύπο στοχαστικής διαδικασίας) το ALEKS αποφασίζει ότι το πρόβλημα έχει κατακτηθεί και ο μαθητής αφήνει το σύστημα στη μπλε κουκκίδα. Στη συνέχεια, η κατάσταση γνώσης του μαθητή προσαρμόζεται προς τα πάνω. Τα εμπειρικά δεδομένα που προέρχονται από εκατομμύρια μαθητές άνω των 12 ετών αντικατοπτρίζουν ένα ποσοστό επιτυχίας μεγαλύτερο του 90%, όταν το ALEKS αποφασίσει ότι ένας μαθητής είναι «έτοιμος να μάθει» ένα συγκεκριμένο θέμα.

Κάθε τύπος προβλήματος έχει έναν εξαιρετικά μεγάλο αριθμό συγκεκριμένων περιπτώσεων. Αυτές οι περιπτώσεις δημιουργούνται αλγοριθμικά από το ALEKS - τυχαιοποιώντας αριθμητικές τιμές και άλλες παραμέτρους του προβλήματος καθώς δημιουργείται κάθε νέα ερώτηση (και η εξήγησή της).

Κάθε φορά που ένας μαθητής κατακτά ένα επιπλέον θέμα, το ALEKS ενημερώνει αμέσως την κατάσταση γνώσης του μαθητή και του παρέχει μια νέα λίστα θεμάτων

που είναι έτοιμος να μάθει. Το αποτέλεσμα είναι μια συνεχής και εκ νέου βελτιστοποίηση της μαθησιακής πορείας του μαθητή.

12.5 – Ο κύκλος αξιολόγησης και μάθησης του ALEKS

Σε όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας, ο μαθητής ολοκληρώνει περιοδικά αξιολογήσεις προόδου, που ονομάζονται Έλεγχοι Γνώσης και είναι των 25 ερωτήσεων. Πρόκειται για αξιολογήσεις βασισμένες στην τεχνητή νοημοσύνη και την προσαρμοστική τεχνολογία του ALEKS. Οι έλεγχοι γνώσης επικεντρώνονται σε θέματα τα οποία έχει μάθει πρόσφατα ο μαθητής. Τα αποτελέσματα του ελέγχου γνώσης χρησιμοποιούνται από το ALEKS για να προσαρμόσουν τον λεπτομερή χάρτη του συστήματος των γνώσεων του μαθητή. Με άλλα λόγια, δεδομένου ότι οι μαθητές δεν συγκρατούν αρχικά το 100% του υλικού που μαθαίνουν, οι έλεγχοι γνώσης του ALEKS χρησιμεύουν για την επαναβαθμονόμηση της κατάστασης γνώσης του μαθητή. Η έρευνα καταδεικνύει ότι η αξιολόγηση των μαθητών σε υλικό που έχουν ήδη μάθει λειτουργεί πιο αποτελεσματικά και μόνιμα στο να αποθηκεύεται το υλικό στη μακροπρόθεσμη μνήμη τους. Οι έλεγχοι γνώσης διασφαλίζουν ότι τα θέματα έχουν γίνει απολύτως κατανοητά και διατηρούνται στην μνήμη. Επειδή το ALEKS απαιτεί από τους μαθητές να επιδεικνύουν περιοδικά την κατανόηση του υλικού μέσω αξιολογήσεων μικτών ερωτήσεων, η μάθηση στο ALEKS οδηγεί σε πραγματική γνώση του αντικειμένου.

Ο κύκλος της εξατομικευμένης αξιολόγησης και της προσαρμοστικής μάθησης συνεχίζεται καθόλη τη διάρκεια της μάθησης του μαθητή για να διασφαλιστεί ότι έχει πραγματικά κατακτήσει και διατηρήσει τις έννοιες που του παρουσιάζονται. Συμπερασματικά, ο μαθητής έχει βαθύτερη κατανόηση του υλικού και δραματικά βελτιωμένη γνώση των θεμάτων.

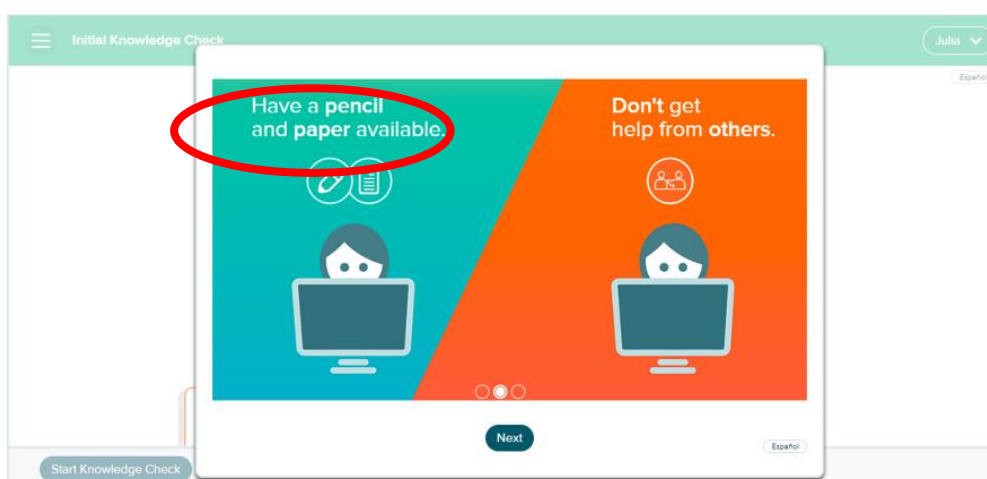
12.6 – Πως λειτουργεί το ALEKS

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του ALEKS είναι ότι χρησιμοποιεί τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να **χαρτογραφήσει** τις λεπτομέρειες των γνώσεων κάθε μαθητή. Για κάθε μάθημα που προσφέρει (π.χ. Μαθηματικά Γυμνασίου), υποδιαιρεί το μάθημα στα μικρότερα πιθανά εννοιολογικά κομμάτια, χωρίζοντάς το σε πολλά ατομικά στοιχεία, ή «σημεία γνώσης» (Knowledge Points), όπως οι ρητοί αριθμοί, οι ιδιότητες ενός τριγώνου και το Πυθαγόρειο θεώρημα. Ο στόχος είναι να διαγνωσθούν τα κενά

κατανόησης ενός μαθητή, όσο το δυνατόν ακριβέστερα. Μόλις καθοριστούν τα σημεία γνώσης, συνδυάζονται σημειώσεις, παραδείγματα και πρακτικά προβλήματα. Οι σχέσεις των σημείων γνώσης – πώς βασίζονται το ένα στο άλλο και πώς αλληλεπικαλύπτονται - κωδικοποιούνται σε ένα «γράφο γνώσεων».

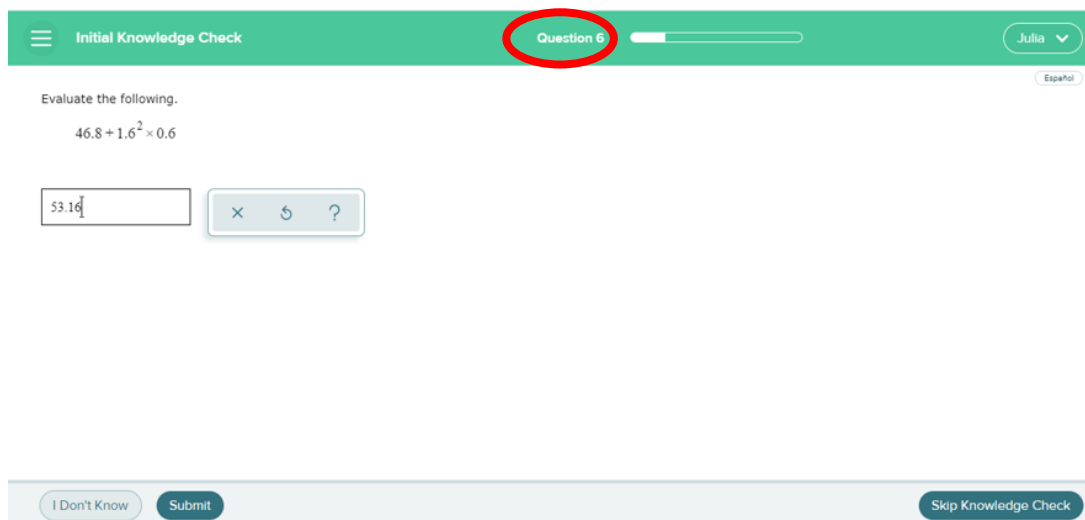
Το ALEKS «γνωρίζει» κάθε στιγμή, σε σχέση με κάθε μεμονωμένο θέμα, αν ο μαθητής **έχει καταφέρει να μάθει** αυτό το θέμα. Εάν όχι, το ALEKS γνωρίζει, αν ο μαθητής **είναι έτοιμος να μάθει** το θέμα εκείνη τη στιγμή. Το ALEKS χρησιμοποιεί αυτήν τη γνώση για να κάνει τη μάθηση πιο αποδοτική και αποτελεσματική, προσφέροντας συνεχώς στο μαθητή **μόνο επιλογές θεμάτων που είναι έτοιμος** να μάθει αυτή τη στιγμή. Αυτό ενισχύει την αυτοπεποίθηση των μαθητών και την διάθεση για μάθηση.

Το ALEKS αποφεύγει τις ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και αντί για αυτές χρησιμοποιεί ευέλικτα και εύχρηστα εργαλεία εισαγωγής απαντήσεων που μιμούνται τη διαδικασία του χαρτιού με το μολύβι. Η συντριπτική πλειοψηφία των προβλημάτων του ALEKS είναι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου (και όχι πολλαπλής επιλογής), που απαιτούν από τον μαθητή να παρέχει πρωτογενή δεδομένα στην κατάλληλη μορφή. Για παράδειγμα, ενδέχεται να απαιτείται από τους μαθητές να εισάγουν την τελική απάντησή τους ως μαθηματική έκφραση, χημική εξίσωση, ιστόγραμμα, μαθηματική απόδειξη βήμα προς βήμα, γράφημα μιας συνάρτησης, λογιστική καταχώρηση ή γεωμετρική κατασκευή χρησιμοποιώντας ένα εικονικό μολύβι και χάρακα. Όταν ένας μαθητής συνδέεται για πρώτη φορά στο ALEKS, ένας σύντομος οδηγός του δείχνει πώς να χρησιμοποιεί αυτά τα εργαλεία εισαγωγής απαντήσεων.



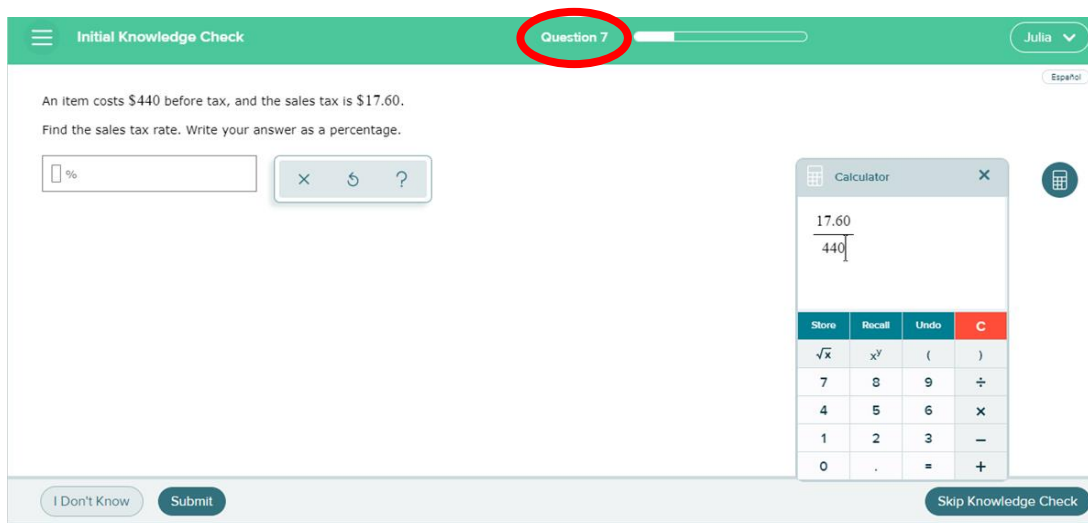
Εικόνα 13: Οι απαντήσεις υπολογίζονται με χαρτί και μολύβι (ΔΕΝ είναι πολλαπλής επιλογής).

Στη συνέχεια, ο μαθητής ξεκινά την αξιολόγηση. Σε σύντομο χρονικό διάστημα (περίπου 45 λεπτά για τα περισσότερα μαθήματα), το ALEKS αξιολογεί τις τρέχουσες γνώσεις του μαθητή ρωτώντας του έναν μικρό αριθμό ερωτήσεων (συνήθως 20-30).



The screenshot shows the ALEKS interface for Question 6. The header bar is green and contains a menu icon, the text "Initial Knowledge Check", "Question 6" (circled in red), a progress bar, and the user's name "Julia" with a dropdown arrow. Below the header, the instruction reads "Evaluate the following." followed by the mathematical expression $46.8 + 1.6^2 \times 0.6$. A text input field contains the answer "53.16". To the right of the input field are buttons for "x", "undo", and "?". At the bottom of the question area, there are three buttons: "I Don't Know", "Submit", and "Skip Knowledge Check".

Εικόνα 14: Ερώτηση 6.



The screenshot shows the ALEKS interface for Question 7. The header bar is green and contains a menu icon, the text "Initial Knowledge Check", "Question 7" (circled in red), a progress bar, and the user's name "Julia" with a dropdown arrow. Below the header, the instruction reads "An item costs \$440 before tax, and the sales tax is \$17.60. Find the sales tax rate. Write your answer as a percentage." A text input field contains a percentage sign "%". To the right of the input field are buttons for "x", "undo", and "?". On the right side of the question area, a calculator is open, showing the calculation $\frac{17.60}{440}$. The calculator interface includes buttons for "Store", "Recall", "Undo", "C", and various mathematical functions like \sqrt{x} , x^y , $()$, \div , \times , $-$, and $+$. At the bottom of the question area, there are three buttons: "I Don't Know", "Submit", and "Skip Knowledge Check".

Εικόνα 15: Ερώτηση 7.

Initial Knowledge Check

Question 19

Julia

Find the area of this trapezoid. Be sure to include the correct unit in your answer.

15 yd

12 yd

7 yd

3 yd

63 yd²

yd yd² yd³

I Don't Know Submit Skip Knowledge Check

Εικόνα 16: Ερώτηση 19.

Initial Knowledge Check

Question 20

Julia

A TV has a listed price of \$657.99 before tax. If the sales tax rate is 7.5%, find the total cost of the TV with sales tax included. Round your answer to the nearest cent, as necessary.

\$711.34

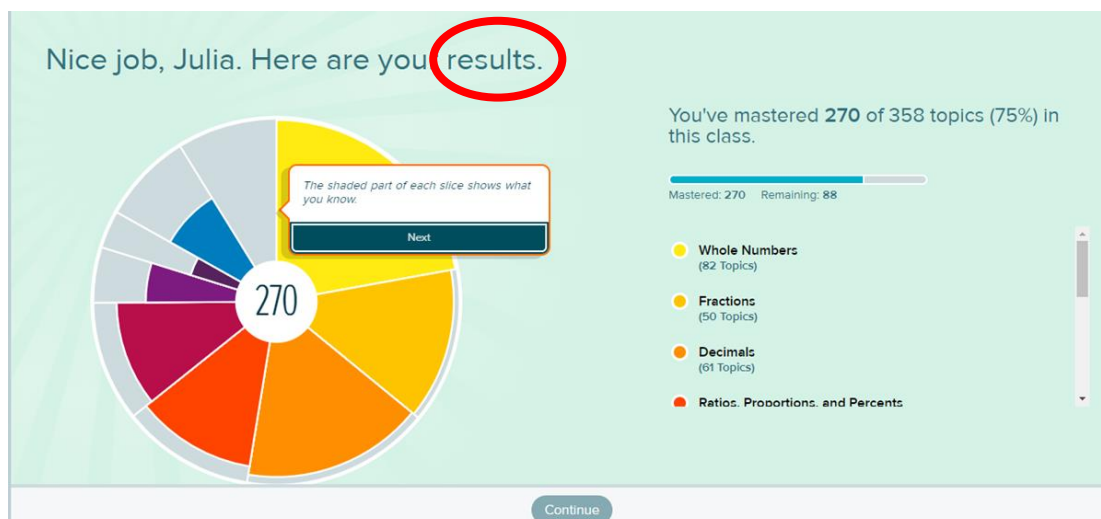
Calculator

| Store | Recall | Undo | C |
|------------|--------|------|---|
| \sqrt{x} | x^y | () | |
| 7 | 8 | 9 | ÷ |
| 4 | 5 | 6 | × |
| 1 | 2 | 3 | - |
| 0 | . | = | + |

I Don't Know Submit Skip Knowledge Check

Εικόνα 17: Ερώτηση 20 – Τέλος Αρχικής Αξιολόγησης.

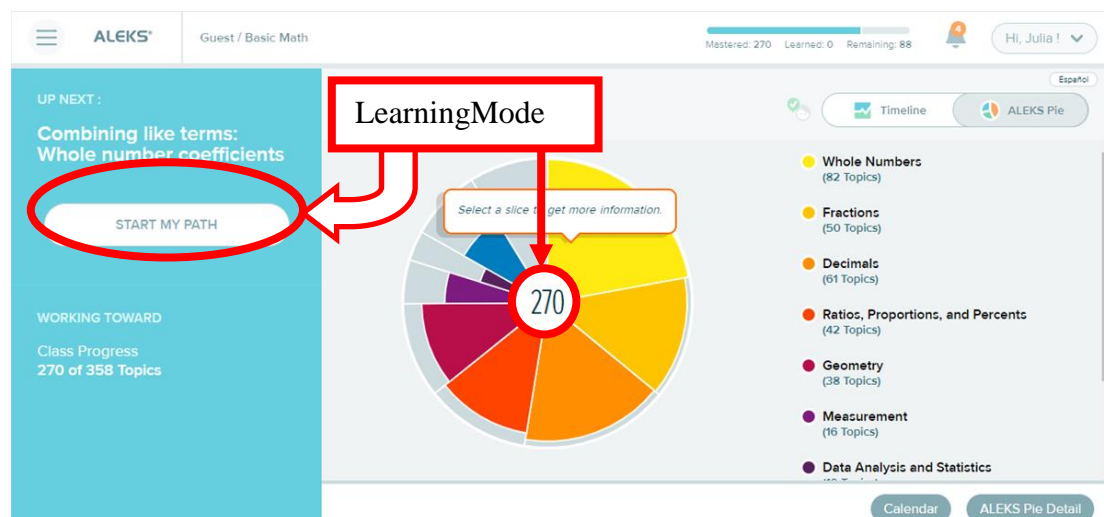
Το ALEKS διαθέτει εξελιγμένη επεξεργασία απαντήσεων, επιτρέποντας την αυτόματη αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών σε πραγματικό χρόνο, συμπεριλαμβανομένης της άμεσης ανατροφοδότησης, όπου είναι επιθυμητό.



Εικόνα 18: Τα αποτελέσματα της αρχικής αξιολόγησης

Ως αποτέλεσμα αυτών των χαρακτηριστικών, τα συμπεράσματα που αντλεί το ALEKS από τις απαντήσεις των μαθητών είναι πολύ πιο αξιόπιστα από αυτά που επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας μια μορφή πολλαπλών επιλογών. Για παράδειγμα, όταν έρχονται αντιμέτωποι με ανοιχτές ερωτήσεις στο ALEKS, οι μαθητές στην πραγματικότητα πρέπει να λύσουν το πρόβλημα, δεν μπορούν απλώς να δοκιμάσουν διαφορετικές προτεινόμενες λύσεις. Στο ALEKS, οι τυχερές εικασίες που είναι συνηθισμένες στις ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών είναι ουσιαστικά ανύπαρκτες. Οι μαθητές καλούνται να λύσουν ανοιχτά προβλήματα, αντί να διαβάζουν, να παρακολουθούν άλλους ανθρώπους να επιλύουν προβλήματα ή να χρησιμοποιούν τις διάφορες πιθανές πονηρές τεχνικές για την απάντηση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Το ALEKS επιλέγει κάθε ερώτηση με βάση τις απαντήσεις του μαθητή **σε όλες τις προηγούμενες ερωτήσεις**. Κάθε μαθητής, και επομένως κάθε σύνολο ερωτήσεων αξιολόγησης, είναι **μοναδικό**. Είναι αδύνατο να προβλεφθούν οι ερωτήσεις που θα ζητηθούν.

Όταν ο μαθητής έχει ολοκληρώσει την αξιολόγηση, το ALEKS έχει αναπτύξει μια ακριβή εικόνα των γνώσεών του για το μάθημα, γνωρίζοντας ποια θέματα έχει μάθει και ποια όχι. Οι γνώσεις του μαθητή αντιπροσωπεύονται από ένα πολύχρωμο γράφημα σε μορφή πίτας.



Εικόνα 19: Παρουσίαση των γνώσεων του μαθητή με γράφημα.



Εικόνα 20. Θέματα "έτοιμος να μάθει".

Το γράφημα πίτας είναι επίσης το εισιτήριο του μαθητή στη Λειτουργία Μάθησης (Learning Mode) της πλατφόρμας. Σε αυτή τη λειτουργία, το ALEKS προσφέρει στον μαθητή μια γκάμα θεμάτων να επιλέξει, που όμως είναι έτοιμος να μάθει (έχει τις απαραίτητες γνώσεις για να μάθει με επιτυχία τα συγκεκριμένα θέματα)

Όταν επιλέγεται ένα θέμα, το ALEKS προσφέρει πρακτικά προβλήματα που διδάσκουν το θέμα. Τα προβλήματα αυτά έχουν αρκετή μεταβλητότητα, ώστε ένας μαθητής να μπορεί να τα λύσει σωστά, μόνο εάν κατανοεί τις βασικές αρχές του εν διδασκαλία θέματος. Εάν ένας μαθητής δεν καταλαβαίνει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, μπορεί να έχει πρόσβαση σε μια πλήρη εξήγηση.

The image shows two screenshots of the ALEKS interface. The top screenshot displays a 'Try Again' message: 'Your answer is incorrect. (c): Your answer is incorrect.' Below this is a bar graph titled 'Number of T-shirts Sold' with the following data: white (10), tan (5), black (12), gray (2), green (11), and yellow (5). The question asks for the color with the fewest T-shirts sold, and the user has selected 'gray'. The 'Explanation' button is circled in red. The bottom screenshot shows the 'EXPLANATION' section for a different problem. It states: '(a) Greg sold the most houses. He sold 10 houses.' and '(b) Greg sold 10 houses and Jenny sold 5 houses. $10 - 5 = 5$ '. Two bar graphs are shown: 'Figure 1' with data for Rafael (2), Jenny (5), Greg (10), and Salma (4), and a second graph with data for Greg (10) and Jenny (5).

Εικόνα 21: Παρέχεται πλήρης εξήγηση στα θέματα που δεν επιλύει σωστά ο μαθητής.

Μόλις καταφέρει να λύσει σωστά τα προβλήματα ενός συγκεκριμένου θέματος, το ALEKS θεωρεί ότι ο μαθητής έχει μάθει το θέμα και επιλέγει ένα επόμενο. Καθώς ο μαθητής μαθαίνει νέα θέματα, το ALEKS ενημερώνει τον χάρτη της γνώσης του. Ο μαθητής μπορεί επίσης να ενημερώνεται για την πιο πρόσφατη περίληψη, του τι ξέρει και τι είναι έτοιμος να μάθει.

DATA ANALYSIS AND STATISTICS
Interpreting a bar graph

A local school has 6 clubs. The number of students in each club is shown in the bar graph below. Use this bar graph to answer the questions.

| Club | Number of Students |
|--------|--------------------|
| Drama | 2 |
| French | 3 |
| Glee | 8 |
| Latin | 12 |
| Debate | 8 |
| Math | 5 |

(a) Which club has the fewest students?
 Drama French Glee Latin Debate Math
 How many students does that club have?
 2 student(s)

(b) How many more students are in the Latin Club than in the Drama Club?
 10 more student(s)

(c) How many clubs have at least 8 students?
 3 club(s)

Next

Εικόνα 22: Όταν επιλυθούν σωστά τα προβλήματα ενός θέματος, πηγαίνει στο επόμενο.

Για να διασφαλιστεί ότι τα θέματα που έχουν διδαχθεί οι μαθητές τα θυμούνται και αργότερα (διατηρούνται στη μακροχρόνια μνήμη), το ALEKS επανεξετάζει περιοδικά τον μαθητή, χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα για να προσαρμόσει τις γνώσεις του μαθητή για το μάθημα.

ALEKS® Guest / Basic Math

Mastered: 270 Learned: 5 Remaining: 83

Hi, Julia!

UP NEXT:
Interpreting a pictograph table
CONTINUE MY PATH

WORKING TOWARD
Class Progress
275 of 358 Topics

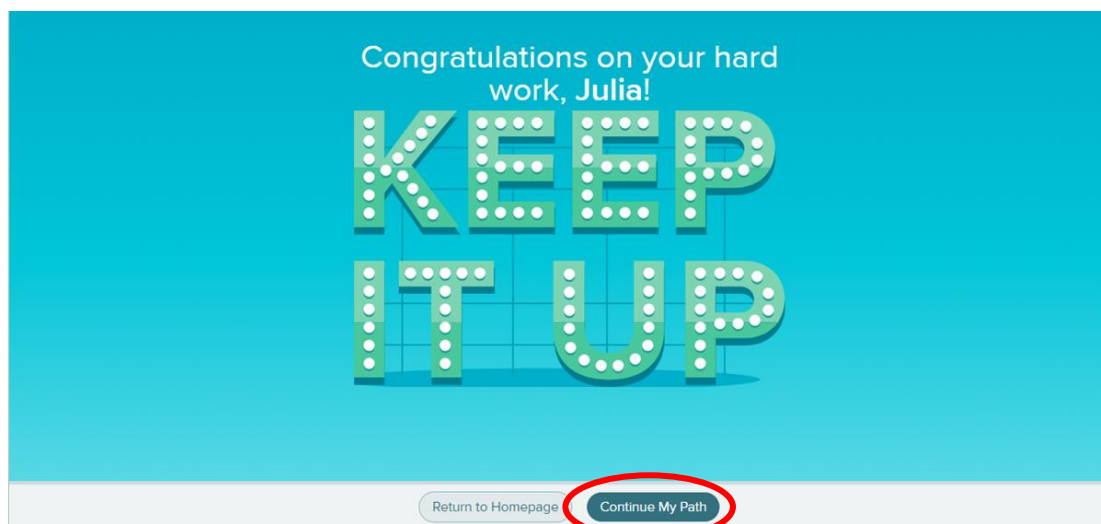
Timeline ALEKS Pie

Whole Numbers (82 Topics)
Fractions (50 Topics)
Decimals (61 Topics)
Ratios, Proportions, and Percents (42 Topics)
Geometry (38 Topics)
Measurement (16 Topics)
Data Analysis and Statistics

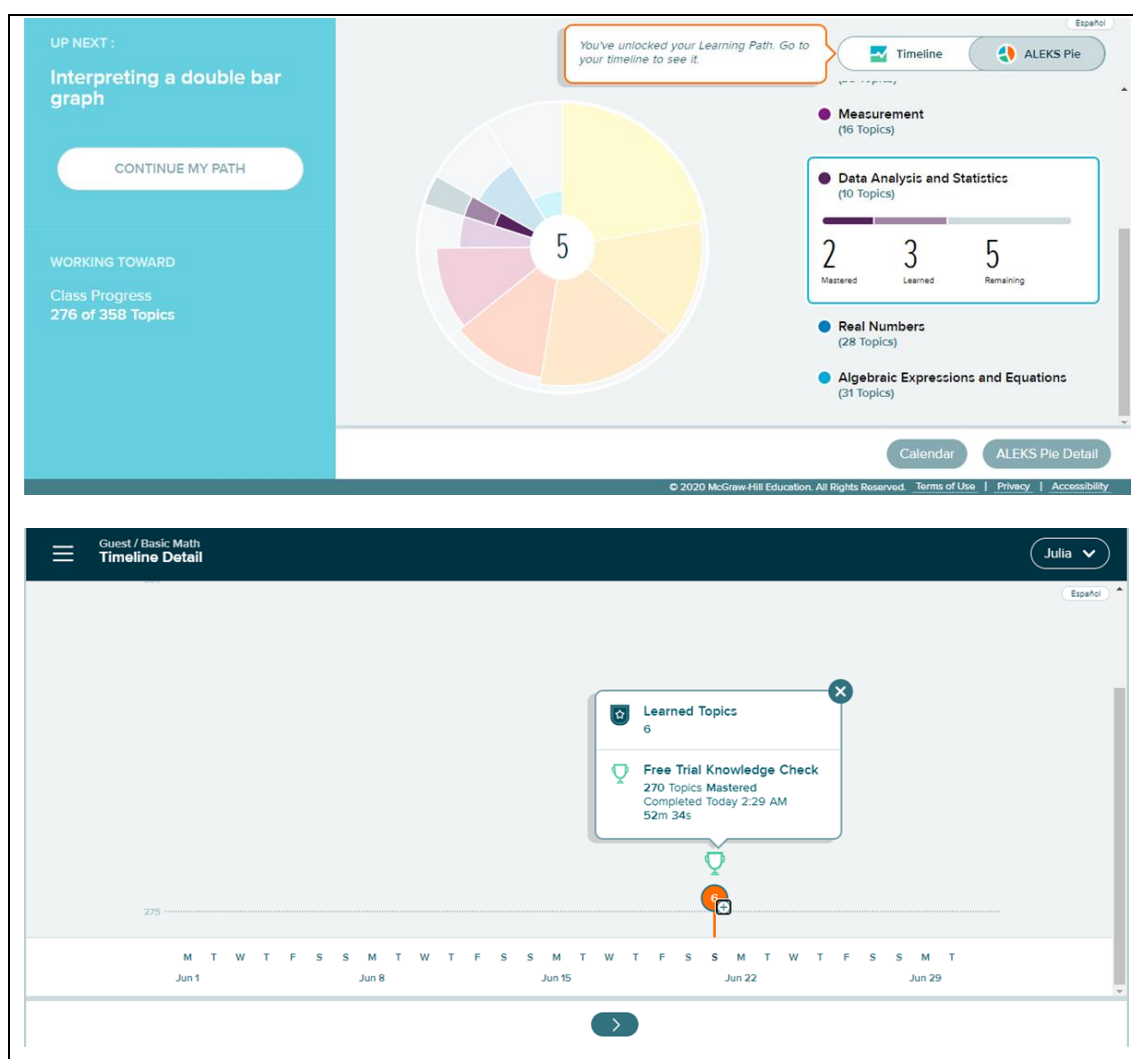
Calendar ALEKS Pie Detail

Εικόνα 23: Το ALEKS ανανεώνει τον χάρτη γνώσης του μαθητή.

Επειδή οι μαθητές αναγκάζονται να δείξουν τις ικανότητές τους μέσω αξιολογήσεων μικτών ερωτήσεων που δεν μπορούν να προβλεφθούν, το να κατακτήσεις ένα μάθημα στο ALEKS σημαίνει πραγματική γνώση του μαθήματος.



Εικόνα 24: Όταν κατακτηθεί ένα θέμα, ο μαθητής επιλέγει το επόμενο.



Εικόνα 25: Το ALEKS προσφέρει εργαλεία περίληψης της μαθησιακής πορείας (Timeline, Calendar).

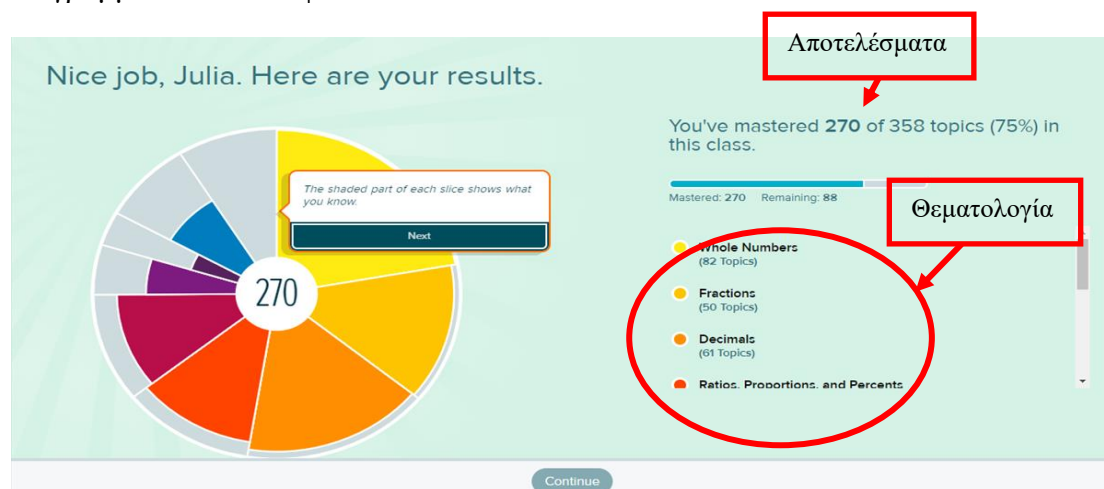
12.7 – Προσαρμογή του ALEKS στον εκάστοτε χρήστη – Πείραμα

Όπως προαναφέρθηκε, το ALEKS χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης και βασιζόμενο στη Θεωρία του Χώρου της Γνώσης δημιουργεί για κάθε μαθητή τον δικό του γράφο γνώσης και ορίζει τα θέματα που γνωρίζει ήδη ο μαθητής, αλλά και αυτά που θα πρέπει να καλύψει στη συνέχεια. Αυτό το πετυχαίνει με ένα σύντομο διαγνωστικό τεστ που διεξάγεται στην αρχή της χρήσης του ALEKS.

Προκειμένου να παρατηρήσουμε την προσαρμοστικότητα του συστήματος στον εκάστοτε χρήστη, δημιουργήσαμε δύο λογαριασμούς διαφορετικών χρηστών. Η διαφορετικότητα δεν υφίσταται μόνο ως προς το άτομο, αλλά κυρίως ως προς τα μορφωτικά τους χαρακτηριστικά. Ο χρήστης (a) είναι απόφοιτος πανεπιστημίου θετικών σπουδών, ενώ ο χρήστης (b) είναι μαθητής δημοτικού.

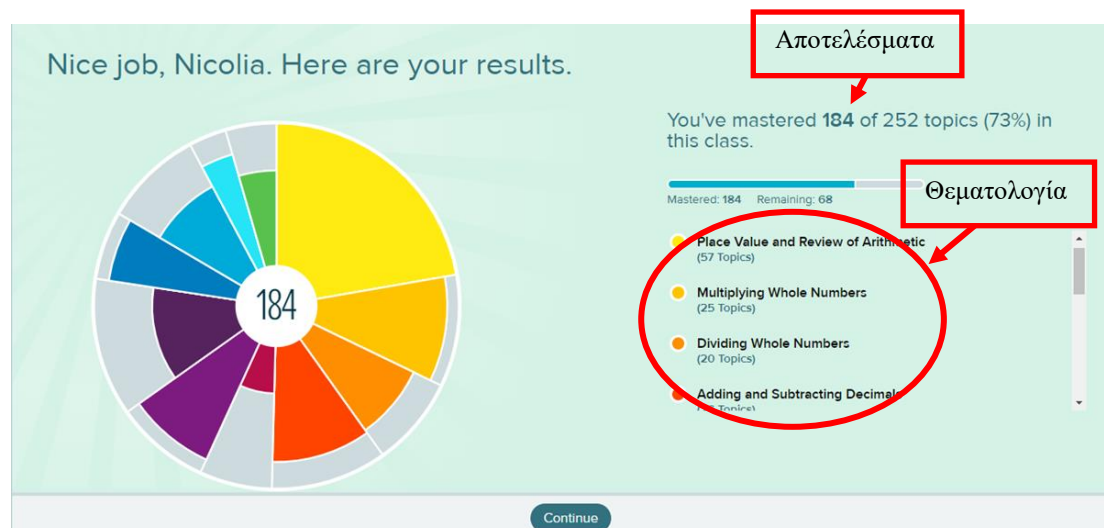
Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά οι διαφορές από τη χρήση του ALEKS από τους δύο διαφορετικούς χρήστες του συστήματος, ώστε να φανεί η προσαρμοστικότητά του.

Ο χρήστης (a) έπειτα από τον διαγνωστικό έλεγχο των γνώσεών του δημιούργησε το διάγραμμα – πίτα που φαίνεται εδώ:

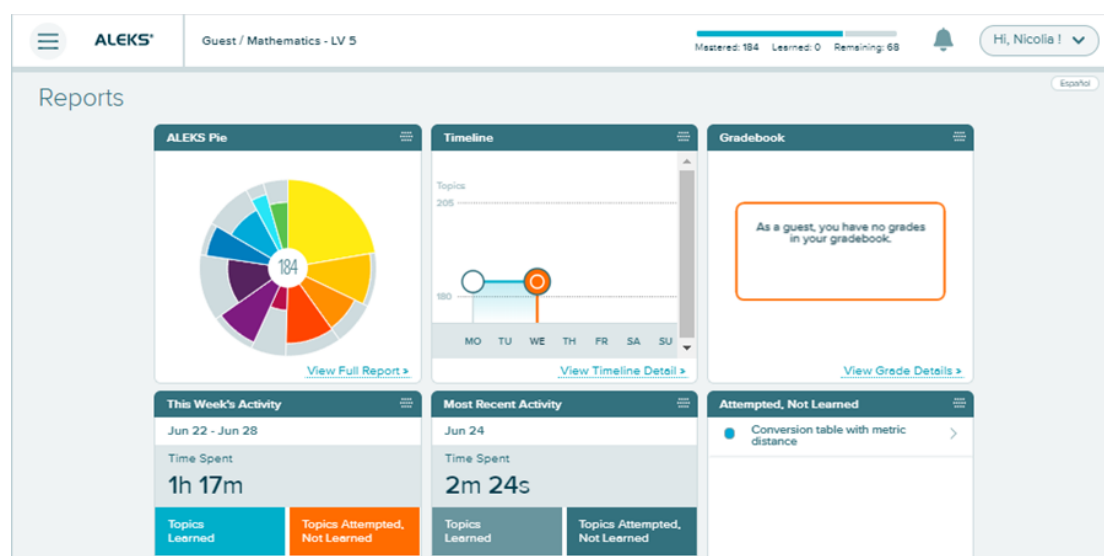


Εικόνα 26: Το γράφημα του χρήστη (a).

ενώ ο χρήστης (b) δημιούργησε το γράφημα – πίτα που φαίνεται εδώ:



Εικόνα 27: Το γράφημα του χρήστη (b).



Εικόνα 28: Εργαλεία αναφορών (Timeline, Calendar) για τον χρήστη (b).

Όπως παρατηρούμε, τόσο η θεματολογία που προτείνεται από το σύστημα προς έλεγχο και εκμάθηση από τον μαθητή, όσο και τα αποτελέσματα του διαγνωστικού ελέγχου είναι τελείως διαφορετικά.

Ο μαθητής (a), με κριτήρια το επίπεδο μόρφωσής του και τη θεματολογία που τον ενδιαφέρει, εξετάστηκε και επιμορφώθηκε σε θέματα “Higher Education College Algebra”, ενώ ο χρήστης (b) σε θέματα “Elementary School Mathematics LV -5).

Επίσης, όπως φαίνεται από τα γραφήματα, τα αποτελέσματα του αριθμού των θεμάτων που γνωρίζει ο χρήστης και αυτών που θα πρέπει να καλύψει είναι τελείως διαφορετικός. Ο χρήστης (a) «κατέχει» 270 θέματα και πρέπει να καλύψει άλλα 88,

ενώ ο (b) «κατέχει» 184 και θα πρέπει να διδαχθεί ακόμη 68 θέματα για να καλύψει την ενότητα.

12.8 – Ποια είναι τα μαθησιακά αποτελέσματα του ALEKS;

Το ALEKS διατηρεί στατιστικά στοιχεία στο διακομιστή, που μετρούν την μαθησιακή επιτυχία όλων των μαθητών, δηλαδή πόσο συχνά καταφέρνουν να μάθουν το γνωστικό αντικείμενο που τους προσφέρει το ALEKS ως «έτοιμοι να μάθουν». Όταν το ALEKS αποφασίσει ότι ένας μαθητής είναι έτοιμος να μάθει ένα αντικείμενο, ο μαθητής, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, πράγματι μπορεί να το μάθει. Στο μικρό ποσοστό των περιπτώσεων όπου ο μαθητής αρχικά δεν είναι επιτυχής, το θέμα παρουσιάζεται ξανά στον μαθητή αργότερα. Λόγω της τεχνητής νοημοσύνης στο ALEKS, οι μαθητές είναι σχεδόν πάντα επιτυχημένοι στην εκμάθηση του υλικού που τους προσφέρει το ALEKS. Ο μέσος όρος του βαθμού μάθησης με ALEKS είναι ~ 90% (https://www.aleks.com/about_aleks/overview).

Κεφάλαιο 13 – Συμπεράσματα

Οι τεχνολογίες που εμπεριέχουν Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI) έχουν διεισδύσει κατά κόρον σε όλους τους τομείς της ζωής μας και προφανώς η Εκπαίδευση δε θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη από το κύμα των αλλαγών που φέρνει η τεχνολογία αυτή. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση (Artificial Intelligence in Education – AIED) έχει ήδη επιδείξει μεγάλη πρόοδο, αλλά πολύ μικρή σε σχέση με αυτό που θα μπορούσε να έχει επιτύχει. Παγκοσμίως, η έρευνα σε συστήματα μάθησης και διδασκαλίας που εμπεριέχουν τεχνολογίες AI είναι σε πλήρη εξέλιξη, καθώς διαφαίνονται πολλά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, σε σχέση με τα παραδοσιακά μοντέλα μάθησης και τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει ότι «η χρήση της AIED οδηγεί σε μεγαλύτερη επιτυχία από τη συμμετοχή στην παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη και τη μελέτη εντύπων» (Ma 2014). Η μάθηση γίνεται πιο αποτελεσματική και αποδοτική, προσφέροντας συνεχώς στον εκπαιδευόμενο επιλογές θεμάτων που είναι έτοιμος να μάθει εκείνη τη στιγμή. Έτσι αυξάνεται η αυτοπεποίθηση των μαθητών και η δυναμική της μάθησης.

Πιο συγκεκριμένα, η κάλυψη των **εξατομικευμένων** μαθησιακών αναγκών, καθώς και η **ατομική** διαδικασία μάθησης γίνεται ευκολότερη, σε σχέση με την ταχύτητα, την ακρίβεια, την ποιότητα και την ποσότητα της μάθησης. Οι αλγόριθμοι και τα μοντέλα που χρησιμοποιεί η AIED αποτελούν τη βάση μιας ουσιαστικά ανθρώπινης προσπάθειας για μάθηση, που είναι πιο **εξατομικευμένη, ευέλικτη, χωρίς αποκλεισμούς και εμπλοκές**. Όχι μόνο σε **ό, τι μαθαίνεται**, αλλά κυρίως στο **πώς μαθαίνεται** και στο **πώς αισθάνεται** ο εκπαιδευόμενος την ώρα που μαθαίνει. Η βασική τους ιδέα είναι να συλλέξουν δεδομένα σχετικά με τις απαντήσεις των μαθητών και να τα εφαρμόσουν με τέτοιο τρόπο «ώστε να διαμορφώσουν τις γνώσεις, τα κίνητρα ή το συναίσθημα των μαθητών, με σκοπό να προσαρμόσουν την εκπαίδευση στις ατομικές τους ανάγκες» (American Psychological Association 2015). Έτσι, επιτρέπει στους μαθητές να προχωρούν με το ρυθμό που τους ωφελεί καλύτερα και να εμβαθύνουν στην εννοιολογική κατανόηση.

Οι λύσεις AI παρακολουθούν επί του παρόντος τις επιλογές, τις προτιμήσεις, τις κινήσεις μας, τη μέτρηση των δυνατοτήτων και τις αδυναμίες μας, παρέχοντας **ανατροφοδότηση, ενθάρρυνση**, βραβεία, συγκριτικές αναλύσεις, προσαρμοσμένες

ροές ειδήσεων, ειδοποιήσεις, πρόβλεψη κειμένου. Με την ικανότητα να καθοδηγεί τη μάθηση και να παρακολουθεί τη συμμετοχή και την αφοσίωση του μαθητή στο περιεχόμενο, η ΑΙ μπορεί να προσαρμόσει τη «ροή» των πληροφοριών και του υλικού, **σύμφωνα με τις ανάγκες του εκπαιδευόμενου** και να παράσχει ανατροφοδότηση και ενθάρρυνση. Τα Έξυπνα Συστήματα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems - ITS) χρησιμοποιούν τεχνικές ΑΙ για την προσομοίωση μιας **ατομικής διδασκαλίας**, παρέχοντας μαθησιακές δραστηριότητες που ταιριάζουν καλύτερα στις γνωσιακές ανάγκες του εκπαιδευόμενου και παρέχοντας στοχοθετημένη και έγκαιρη **ανατροφοδότηση (feedback)**, χωρίς να χρειάζεται να υπάρχει ένας ατομικός δάσκαλος. Επίσης, τα πλεονεκτήματα της αξιολόγησης των μαθητών με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης είναι η αποτελεσματικότητα, η συνέπεια στην εφαρμογή των ίδιων κριτηρίων στους μαθητές και η άμεση και λεπτομερής ανατροφοδότηση σχετικά με την απόδοση (Chassignol et al. 2018).

Η εκπαίδευση μπορεί να πραγματοποιηθεί **οποιαδήποτε στιγμή και οπουδήποτε** με τον διαμοιρασμό του υλικού διδασκαλίας. Η ΑΙ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λύση για την αύξηση της αποδοτικότητας στη διαδικτυακή μάθηση «δεσμεύοντας και συνδέοντας τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς μεταξύ τους σε ασύγχρονα online περιβάλλοντα **ξεπερνώντας τα χωροχρονικά εμπόδια**». Εκτός από τις κλασικές μεθόδους εξόρυξης δεδομένων, η εξόρυξη εκπαιδευτικών δεδομένων (Educational Data Mining – EDM) ερευνά μετρικές ψυχολογίας για να κατανοήσει καλύτερα τη συμπεριφορά των μαθητών. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι «εξόρυξης ψυχολογίας» συμβάλλουν στη διαίρεση των μαθητών σε **ομάδες** σύμφωνα με τον δείκτη Myers-Briggs (“Myers-Briggs” 2020). Αυτό μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να αναπτύξουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που επιδιώκουν και μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν πιο εξελιγμένα περιβάλλοντα μάθησης από ό,τι θα ήταν εφικτό, όπως την **συνεργατική μάθηση και την στοχευμένη υποστήριξη** του εκπαιδευόμενου την **κατάλληλη στιγμή** (Luckin et al. 2016).

Η διδασκαλία δεν περιορίζεται στο κείμενο. Ο ήχος, η κινούμενη εικόνα και άλλες ψηφιακές μορφές του υλικού καθιστούν την παρουσίαση του διδακτικού περιεχομένου μέσω ποικίλων μεθόδων πιο εύκολη και διεγείρουν το **ενδιαφέρον των μαθητών**, ώστε να μαθαίνουν με μεγαλύτερο **ενθουσιασμό** (Wang et al. 2018). Η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων βοηθά επίσης στην αποφυγή του άγχους, που συνοδεύει τους μαθητές κατά τη διάρκεια των εξετάσεων.

Η ΑΙΕΔ είναι επίσης ισχυρό εργαλείο για να ανοίξει, αυτό που μερικές φορές ονομάζεται «**μαύρο κουτί της μάθησης**», δίνοντάς μας βαθύτερες και πιο λεπτομερείς γνώσεις του **πώς συμβαίνει η μάθηση** (για παράδειγμα, πώς επηρεάζεται από το κοινωνικοοικονομικό και φυσικό περιβάλλον του μαθητή ή από την τεχνολογία). Αυτές οι γνώσεις μπορούν στη συνέχεια να εφαρμοστούν στην ανάπτυξη μελλοντικού λογισμικού ΑΙΕΔ και, επίσης πολύ σημαντικό, μπορούν να ενημερώνουν τις μαθησιακές προσεγγίσεις που δεν περιλαμβάνουν τεχνολογία. Για παράδειγμα, η ΑΙΕΔ μπορεί να μας βοηθήσει να δούμε και να κατανοήσουμε τα μικρο-βήματα (στάδια), από τα οποία περνούν οι μαθητές κατά την εκμάθηση της φυσικής ή τις κοινές παρανοήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκειά της (VanLehn et al. 2005).

Ένα από τα πλεονεκτήματα των προσαρμοστικών συστημάτων ΑΙΕΔ είναι ότι συγκεντρώνουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, τα οποία, σε έναν ενάρετο κύκλο, μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για να υπολογίσουν και να **βελτιώσουν δυναμικά τα παιδαγωγικά μοντέλα**, καθώς και το περιεχόμενο της μάθησης. Αυτή η διαδικασία συμβάλλει στην ενημέρωση νέων τρόπων παροχής πιο αποτελεσματικής, εξατομικευμένης και συμφραζομένης υποστήριξης, ενώ ταυτόχρονα δοκιμάζει και βελτιώνει την κατανόηση των διαδικασιών της διδασκαλίας και της μάθησης.

Η εισαγωγή των **δεξιοτήτων του 21ου αιώνα** (Trilling, B. & Fadel, 2009) και τα Επιστημονικά Πρότυπα της Νέας γενιάς – New Generation Science Standards (NGSS, 2013) έχουν επισημάνει τη σημασία των γενικότερων δεξιοτήτων μάθησης και δεξιοτήτων, όπως η μεταγνώση, η κριτική σκέψη και η συνεργασία. Ο τομέας της ΑΙΕΔ μπορεί και πρέπει να βοηθήσει σε αυτές τις αλλαγές.

Η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας, ειδικά όταν συνδυάζεται με την μηχανική μάθηση και τη συλλογή δεδομένων από το ευρύ κοινό (crowdsourcing), έδωσε ώθηση στην ηλεκτρονική μάθηση και επέτρεψε στους εκπαιδευτικούς να **πολλαπλασιάσουν το μέγεθος των τάξεων τους**, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις μαθησιακές ανάγκες και το στυλ των εκπαιδευομένων. Η συλλογή δεδομένων από μεγάλα ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά συστήματα τροφοδότησαν ταχύτατα την ανάπτυξη της ανάλυσης της μάθησης (learning analytics).

Οι υπολογιστικές λύσεις με teacherbots για το **διοικητικό μέρος της διδασκαλίας**, που ασχολούνται κυρίως με την παροχή περιεχομένου, τη βασική και διοικητική ανατροφοδότηση και την επίβλεψη - παρουσιάζονται ήδη ως εναλλακτική λύση.

Αναγνωρίζουν αυτόματα τα μοτίβα στην επίδοση των μαθητών, **εξοικονομώντας χρόνο στους εκπαιδευτικούς** και διευκολύνοντας την προσαρμογή της μαθησιακής εμπειρίας. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ελέγχουν την πρόοδο της τάξης σε σχέση με τους στόχους και να βλέπουν τις τάσεις στην επίδοση με την πάροδο του χρόνου. Οι τεχνικές EDM είναι «επαρκώς αποτελεσματικές για την ταχεία αναγνώριση των ακαδημαϊκών αποτυχιών των μαθητών και, στη συνέχεια, είναι χρήσιμες για να παρέχουν στους εκπαιδευτικούς πληροφορίες που θα τους βοηθήσουν στην ανάληψη αποφάσεων».

Εν κατακλείδι, η εφαρμογή της τεχνολογίας ΑΙ στην εκπαίδευση παρέχει πολλές δυνατότητες:

- ✓ **Εξατομικευμένη και ευέλικτη μάθηση.**
- ✓ Τον εντοπισμό κενών στη μάθηση και τη διδασκαλία.
- ✓ Η μάθηση συμβαίνει **οπουδήποτε** και **οποτεδήποτε**.
- ✓ Πιο αποτελεσματική **αξιολόγηση** της μαθησιακής προόδου.
- ✓ Αποτελεσματικός σχηματισμός ομάδων και **συνεργατική μάθηση**
- ✓ Μεγαλύτερο **ενδιαφέρον** και **ενθουσιασμό** από τους μαθητές.
- ✓ **Εξοικονόμηση χρόνου** και **κόπου** για τους εκπαιδευτικούς.
- ✓ Βελτίωση των **παιδαγωγικών μοντέλων**.
- ✓ Την αξιολόγηση μεγάλου αριθμού εργασιών.
- ✓ Την ανάπτυξη των μαζικών ανοικτών διαδικτυακών μαθημάτων.
- ✓ Παροχή ενός **προσωπικού δασκάλου**, με συνέπεια την αύξηση της παραγωγικότητας μέσα στην τάξη και εκτός αυτής.
- ✓ Δίνεται η ευκαιρία σε μαθητές με δυσκολίες, όπως η δυσλεξία ή άλλα θέματα υγείας να μελετήσουν πιο αποτελεσματικά.

Όμως, πρέπει να είμαστε προσεκτικοί μπροστά στον πειρασμό να εξισώσουμε την εκπαίδευση με λύσεις που παρέχονται από αλγόριθμους. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε, ότι η εκπαίδευση είναι κατ' εξοχήν μια ανθρωποκεντρική προσπάθεια και όχι μια τεχνολογική κεντρική λύση. Παρά τις ραγδαίες εξελίξεις στην ΑΙ, η ιδέα να βασιστούμε αποκλειστικά στην τεχνολογία είναι ένα επικίνδυνο μονοπάτι. Πρέπει να εστιάσουμε στο γεγονός, ότι είναι οι άνθρωποι που πρέπει να εντοπίζουν τα προβλήματα, να ασκούν κριτική, να εντοπίζουν κινδύνους και να θέτουν σημαντικές ερωτήσεις που μπορεί να ξεκινούν από ζητήματα όπως η ιδιωτικότητα, οι δομές εξουσίας και ο έλεγχος στην απαίτηση για καλλιέργεια της δημιουργικότητας,

αφήνοντας μια ανοιχτή πόρτα στην ηρεμία και τις απροσδόκητες διαδρομές της διδασκαλίας και της μάθησης. Πρέπει να διατηρήσουμε τον στόχο του να οικοδομούμε μορφωμένους, νοήμονες και υπεύθυνους πολίτες, που είναι προσκολλημένοι στις γενικές αξίες του ανθρωπισμού. Με τη χρήση της AIED δίνεται η ανησυχητική δυνατότητα να έχουμε μια επιφανειακή, αλλά κερδοφόρα προσέγγιση, όπου η διδασκαλία αντικαθίσταται με αυτοματοποιημένες λύσεις.

Η τρέχουσα χρήση τεχνολογικών λύσεων όπως τα «συστήματα διαχείρισης μάθησης» ή οι λύσεις πληροφορικής για την ανίχνευση λογοκλοπής εγείρει ήδη το ερώτημα ποιος θέτει το αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία και τη μάθηση: οι εταιρικές επιχειρήσεις ή τα εκπαιδευτικά ιδρύματα; Επιπλέον ελλοχεύει ο κίνδυνος ξ διδακτική πρακτική στην εκπαίδευση να αντικατασταθεί από λογισμικό AI που βασίζεται σε πολύπλοκους αλγόριθμους σχεδιασμένους από προγραμματιστές, που μπορούν να μεταδώσουν τις δικές τους προκαταλήψεις ή ατζέντες στα λογισμικά συστήματα.

Και πέρα όμως από το ηθικό κομμάτι της εκπαίδευσης, προκύπτουν και άλλα ηθικά και πρακτικά προβλήματα: ο αυξανόμενος όγκος και η ποικιλομορφία των δεδομένων που δημιουργούνται από τα συστήματα AIED διπλασιάζει τις ήδη υπάρχουσες ηθικές ανησυχίες σχετικά με το τι συμβαίνει στα εκπαιδευτικά δεδομένα. Ποιες είναι οι επιπτώσεις των μεθόδων, των τεχνολογιών και των ιδεολογιών που υποστηρίζουν τη δημιουργία, ανάλυση, ερμηνεία και χρήση των δεδομένων ενός συστήματος AIED; Ποιος κατέχει τα δεδομένα, ποιος μπορεί να τα χρησιμοποιήσει, για ποιους σκοπούς και ποιος είναι τελικά υπόλογος;

Ποιο είναι το αντίκτυπο της διαρκούς καταγραφής των αποτυχιών του εκπαιδευομένου στην μελλοντική του πρόοδο; Ομοίως, η διδασκαλία με χρήση της AIED προκαλεί ανησυχίες στο ότι η τεχνολογία θα χρησιμοποιηθεί ως κατάσκοπος στην τάξη, για να καταγράφει και να αναφέρει στον εκπαιδευτικό οποιαδήποτε αντιληπτή μη βέλτιστη απόδοση του μαθητή.

Ισορροπώντας πάνω στην λεπτή και ευαίσθητη γραμμή μεταξύ των ωφελειών που προσφέρει η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση και των αρνητικών της ηθικών και πρακτικών διλημμάτων και αντικτύπων, θα πρέπει οι ερευνητές της AIED να εστιάσουν με προσοχή στην ανθρωποκεντρική και παιδαγωγική χρήση της στην εκπαίδευση. Θα πρέπει η τεχνολογία της AI να γίνει αρωγός και όχι τροχοπέδη

στην οικοδόμηση μορφωμένων, νοημόνων και υπεύθυνων πολιτών, που είναι προσκολλημένοι στις γενικές αξίες του ανθρωπισμού.

Βιβλιογραφία

- Adamko, Attila, and Lajos Kollar. 2014. "A System Model and Applications for Intelligent Campuses." In *IEEE 18th International Conference on Intelligent Engineering Systems INES 2014*, 193–98. IEEE. <https://doi.org/10.1109/INES.2014.6909367>.
- Alghamdi, Abdullah, and Sachin Shetty. 2016. "Survey Toward a Smart Campus Using the Internet of Things." In *2016 IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*, 235–39. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FiCloud.2016.41>.
- Alsubait, Tahani, Bijan Parsia, and Uli Sattler. 2015. "Generating Multiple Choice Questions From Ontologies: How Far Can We Go?" In , 66–79. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17966-7_7.
- American Psychological Association. 2015. "How Effective Are Intelligent Tutoring Systems?" *APA Journals Article Spotlight®*. <https://doi.org/10.1037/a0037123>.
- Autor, David H, and David Dorn. 2013. "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market." *American Economic Review* 103 (5): 1553–97. <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>.
- Barab, Sasha A., Melissa Gresalfi, and Adam Ingram-Goble. 2010. "Transformational Play." *Educational Researcher* 39 (7): 525–36. <https://doi.org/10.3102/0013189X10386593>.
- Belpaeme, Tony, James Kennedy, Aditi Ramachandran, Brian Scassellati, and Fumihide Tanaka. 2018. "Social Robots for Education: A Review." *Science Robotics* 3 (21): eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>.
- Bostrom, N. 2006. "AI Set to Exceed Human Brain Power." CNN Science & Space. 2006. <https://edition.cnn.com/2006/TECH/science/07/24/ai.bostrom/>.
- Bostrom, Nick, and Eliezer Yudkowsky. 2011. "The Ethics of Artificial Intelligence." In *Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*, edited by K Frankish and WM Ransay, 316–34.
- Botrel, L., E.M. Holz, and A. Kübler. 2015. "Brain Painting V2: Evaluation of P300-Based Brain-Computer Interface for Creative Expression by an End-User Following the User-Centered Design." *Brain-Computer Interfaces* 2 (2–3): 135–49. <https://doi.org/10.1080/2326263X.2015.1100038>.
- Boulay, B Du, G R Mendez, R Luckin, and E Martinez-Miron. 2007. "Motivationally Intelligent Systems: Diagnosis and Feedback." *Artificial Intelligence in Education* 158 (January): 563–65.
- Brown, Jonathan C., Gwen A. Frishkoff, and Maxine Eskenazi. 2005. "Automatic Question Generation for Vocabulary Assessment." In *Proceedings of the Conference on Human Language Technology and Empirical Methods in Natural Language Processing - HLT '05*, 819–26. Morristown, NJ, USA: Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.3115/1220575.1220678>.
- Burstein, Jill, Karen Kukich, Susanne Wolff, Chi Lu, Martin Chodorow, Lisa Braden-Harder, and Mary Dee Harris. 1998. "Automated Scoring Using a Hybrid Feature Identification

- Technique,” 206. <https://doi.org/10.3115/980451.980879>.
- “Carnegie Learning.” n.d. <https://www.carnegielearning.com/products/our-products/overview/>.
- Carnoy, Martin, and Richard Rothstein. 2013. “International Tests Show Achievement Gaps in All Countries, with Big Gains for U.S. Disadvantaged Students.” <https://www.epi.org/blog/international-tests-achievement-gaps-gains-american-students/>.
- Castellani, Angelo P., Nicola Bui, Paolo Casari, Michele Rossi, Zach Shelby, and Mich Zorzi. 2010. “Architecture and Protocols for the Internet of Things: A Case Study.” In *2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, 678–83. IEEE. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2010.5470520>.
- Cata, Marian. 2015. “Smart University, a New Concept in the Internet of Things.” In *2015 14th RoEduNet International Conference - Networking in Education and Research (RoEduNet NER)*, 195–97. IEEE. <https://doi.org/10.1109/RoEduNet.2015.7311993>.
- Cen, Hao, Kenneth R Koedinger, and Brian Junker. 2007. “Is over Practice Necessary? Improving Learning Efficiency with the Cognitive Tutor through Educational Data Mining.” *Proceedings of the 13th International Conference on Artificial Intelligence in Education AIED 2007* 158 (June 2014): 511–18. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.142.7340&rep=rep1&type=pdf>.
- “Cerego.” n.d. Accessed April 22, 2020. <https://www.cerego.com/features>.
- Chan, Tak-Wai, and Chung Li. 1991. “Integration-Kid: A Learning Companion System Tak-Wai.” In *Principles of AI Applications*, 1094–99.
- Chang, Ching Hisang. 2011. “Smart Classroom Roll Caller System with IOT Architecture.” In *2011 Second International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications*, 356–60. IEEE. <https://doi.org/10.1109/IBICA.2011.94>.
- Chassignol, Maud, Aleksandr Khoroshavin, Alexandra Klimova, and Anna Bilyatdinova. 2018. “Artificial Intelligence Trends in Education: A Narrative Overview.” *Procedia Computer Science* 136: 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>.
- Chen, Xiaogang, Yijun Wang, Masaki Nakanishi, Xiaorong Gao, Tzyy-Ping Jung, and Shangkai Gao. 2015. “High-Speed Spelling with a Noninvasive Brain–Computer Interface.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (44): E6058–67. <https://doi.org/10.1073/pnas.1508080112>.
- Chen, Yunguang, and Xue Dong. 2013. “The Development and Prospect of New Technology in Modern Distance Education,” 40–44. <https://doi.org/10.2991/isca-13.2013.7>.
- Cheng, Hsu Chen, and Wen Wei Liao. 2012. “Establishing an Lifelong Learning Environment Using IOT and Learning Analytics.” *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 1178–83.
- Chew, Cheah Boon. 2015. “SENSORS-ENABLED SMART ATTENDANCE SYSTEMS USING NFC AND RFID TECHNOLOGIES.” *International Journal of New Computer Architectures and Their Applications* 5 (1): 19–28. <https://doi.org/10.17781/P001645>.

- Chin, Jeannette, and Vic Callaghan. 2013. "Educational Living Labs: A Novel Internet-of-Things Based Approach to Teaching and Research." In *2013 9th International Conference on Intelligent Environments*, 92–99. IEEE. <https://doi.org/10.1109/IE.2013.48>.
- Claudia, Goldin, and Lawrence F. Katz. 2009. "The Race between Education and Technology - By Claudia Goldin and Lawrence F. Katz." *The Economic History Review* 63 (3): 840–41. https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.2010.00537_29.x.
- Collins, A., and R. Halverson. 2010. "The Second Educational Revolution: Rethinking Education in the Age of Technology." *Journal of Computer Assisted Learning* 26 (1): 18–27. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00339.x>.
- Cornel, Constantin-eugen, and D Ph. 2015. "The Role of Internet of Things for a Continuous Improvement in Education." *Hyperion Economic Journal* 3 (2): 24–31.
- Costa, Evandro B., Balduino Fonseca, Marcelo Almeida Santana, Fabrisia Ferreira de Araújo, and Joilson Rego. 2017. "Evaluating the Effectiveness of Educational Data Mining Techniques for Early Prediction of Students' Academic Failure in Introductory Programming Courses." *Computers in Human Behavior* 73 (August): 247–56. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.047>.
- CurriculumAssociates. 2020. "I-Ready." 2020. <https://www.curriculumassociates.com/products/i-ready/i-ready-learning/personalized-instruction>.
- Damen, Peter, Bob Wright, and Paul Hillier. 2015. "Readiness for Self-Driving Vehicles in Australia," 26.
- Dede, C. 2009. "Immersive Interfaces for Engagement and Learning." *Science* 323 (5910): 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>.
- Devedzic, Vladan. 2017. "Vladan Devedži Ć," no. October 2004.
- DFKI. 2016. "Intelligent Solutions for the Knowledge Society." The German Research Center for Artificial Intelligence. 2016. http://www.dfki.de/web?set_language=en&cl=en.
- DiCerbo, Kristen E., and John T. Behrens. 2014. "Impacts of the Digital Ocean on Education." *Pearson*.
- Dillenbourg, Pierre, Michael J Baker, and Claire O Malley. 1995. "The Evolution of Research on Collaborative Learning." *Learning in Humans and Machine: Towards an Interdisciplinary Learning Science*, 189–211.
- Diss, Kathryn. 2015. "Driverless Trucks Move Iron Ore at Automated Rio Tinto Mines." *Abc*. 2015. <https://www.abc.net.au/news/2015-10-18/rio-tinto-opens-worlds-first-automated-mine/6863814>.
- "DreamBox Learning." n.d. Accessed November 4, 2020. <https://www.dreambox.com/curriculum>.
- Dzikovska, Myroslava O, Johanna D Moore, Natalie Steinhauser, Gwendolyn Campbell, Elaine Farrow, Charles B Callaway, and Mount Carmel. 2010. "B EETLE II: A System for Tutoring and Computational Linguistics Experimentation," no. July: 13–18.
- Elyamany, Hany F., and Amer H. AlKhairi. 2015. "IoT-Academia Architecture: A Profound

- Approach.” In *2015 IEEE/ACIS 16th International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, 1–5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SNPD.2015.7176275>.
- Forum, World Economic. 2015. “New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology.” http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf.
- Frey, Carl Benedikt, and Michael A. Osborne. 2017. “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?” *Technological Forecasting and Social Change* 114 (January): 254–80. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
- Gershenfeld, Neil, Raffi Krikorian, and Danny Cohen. 2004. “The Internet of Things.” *Scientific American* 291 (4): 76–81. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1004-76>.
- Gibney, Elizabeth. 2017. “Google Reveals Secret Test of AI Bot to Beat Top Go Players.” 2017. <https://www.nature.com/news/google-reveals-secret-test-of-ai-bot-to-beat-top-go-players-1.21253>.
- Graesser, Arthur C, Natalie K Person, Derek Harter, and The Tutoring. 2001. “Teaching Tactics and Dialog in AutoTutor.”
- Graesser, Arthur, Patrick Chipman, Brandon King, Bethany Mcdaniel, and Sidney D Mello. 2007. “Emotions and Learning with AutoTutor.” *13th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2007)*, 569–71.
- Grawemeyer, Beate, Sergio Gutierrez-Santos, Wayne Holmes, Manolis Mavrikis, Nikol Rummel, Claudia Mazziotti, and Ruth Janning. 2015. “Talk, Tutor, Explore, Learn: Intelligent Tutoring and Exploration for Robust Learning.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 9112 (June): 917–18.
- Grawemeyer, Beate, Manolis Mavrikis, Wayne Holmes, and Sergio Gutierrez-Santos. 2015. “Adapting Feedback Types According to Students’ Affective States.” In , 586–90. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19773-9_68.
- Green, Scott A., Mark Billingham, XiaoQi Chen, and J. Geoffrey Chase. 2007. “Human Robot Collaboration: An Augmented Reality Approach—A Literature Review and Analysis.” In *Volume 4: ASME/IEEE International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications and the 19th Reliability, Stress Analysis, and Failure Prevention Conference*, 117–26. ASMEDC. <https://doi.org/10.1115/DETC2007-34227>.
- Gul, Shahla, Muhammad Asif, Shahbaz Ahmad, Muhammad Yasir, Muhammad Majid, and M Sheraz Arshad Malik. 2017. “A Survey on Role of Internet of Things in Education.” *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security* 17 (5): 159–65.
- Han, Lufeng. 2018. “Analysis of New Advances in the Application of Artificial Intelligence to Education” 220 (Eemt): 608–11. <https://doi.org/10.2991/iceemt-18.2018.118>.
- Hao, Karen. 2019. “China Has Started a Grand Experiment in AI Education. It Could Reshape How the World Learns. - MIT Technology Review.” *MIT Technology Review*, 1–9. <https://www.technologyreview.com/s/614057/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/>.

- Hassani, Kaveh, Ali Nahvi, and Ali Ahmadi. 2016. "Design and Implementation of an Intelligent Virtual Environment for Improving Speaking and Listening Skills." *Interactive Learning Environments* 24 (1): 252–71. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.846265>.
- Heffernan, Neil T, and Cristina Lindquist Heffernan. 2014. "The ASSISTments Ecosystem : Building a Platform That Brings Scientists and Teachers Together for Minimally Invasive Research on Human Learning and Teaching," 470–97. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0024-x>.
- Heilman, Michael, Vincent Alevan, William W Cohen, Diane J Litman, and Noah A Smith. 2011. "Automatic Factual Question Generation from Text Thesis Committee." *Dissertation Carnegie Mellon University*. www.lti.cs.cmu.edu.
- Hill, Peter, and Michael Barber. 2014. *Preparing for A Renaissance in Assessment*. https://research.pearson.com/content/plc/prkc/uk/open-ideas/en/articles/preparing-for-a-renaissanceinassessment/_jcr_content/par/articledownloadcompo/file.res/Preparing_for_a_Renaissance_in_assessment.pdf.
- Howard-Jones, Paul, Wayne Holmes, Skevi Demetriou, Carol Jones, Eriko Tanimoto, Owen Morgan, David Perkins, and Neil Davies. 2015. "Neuroeducational Research in the Design and Use of a Learning Technology." *Learning, Media and Technology* 40 (2): 227–46. <https://doi.org/10.1080/17439884.2014.943237>.
- Husnjak, Sinisa, Dragan Perakovic, and Ivan Jovovic. 2014. "Possibilities of Using Speech Recognition Systems of Smart Terminal Devices in Traffic Environment." *Procedia Engineering* 69: 778–87. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.054>.
- IBM. n.d. "Watson Education." Accessed April 22, 2020. <https://www.ibm.com/watson/education>.
- Kaklauskas, Arturas. 2015. "Student Progress Assessment with the Help of an Intelligent Pupil Analysis System." In , 175–93. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13659-2_6.
- Kaminska, Izabella. 2015. "Innovating Fast or Slow? Gates vs Wolf Edition." *Financial Times*, 2015. <https://ftalphaville.ft.com/2015/06/25/2132977/innovating-fast-or-slow-gates-vs-wolf-edition/>.
- Knewton. 2012. "Adaptive Learning."
- Kose, Utku. 2018. "On the Intersection of Artificial Intelligence and Distance Education." *Intelligent Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 1348–60. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5643-5.ch058>.
- Laat, Maarten De, Mike Chamrada, and Rupert Wegerif. 2008. "Facilitate the Facilitator: Awareness Tools to Support the Moderator to Facilitate Online Discussions for Networked Learning." *Proceedings of the 6th International Conference on Networked Learning*, no. January: 80–86.
- Latham, Annabel, Keeley Crockett, David McLean, and Bruce Edmonds. 2012. "A Conversational Intelligent Tutoring System to Automatically Predict Learning Styles." *Computers & Education* 59 (1): 95–109. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.001>.
- Learning, Carnegie. n.d. "MATHia." <https://www.carnegielearning.com/products/blended-solution/middle-school-math/>.

- Leon, Justin de. 2015. "Highlight, Our Personalized Learning Platform." 2015. <https://www.edelements.com/blog/highlight-our-personalized-learning-platform>.
- Lesgold, Alan. 1988. "Sherlock: A Coached Practice Environment for an Electronics Troubleshooting Job." *International Journal of Smart Technology and Learning* 2 (June 2014): 1–3. <https://doi.org/10.21236/ada201748>.
- Lewis Johnson, W., and Andre Valente. 2009. "Tactical Language and Culture Training Systems: Using AI to Teach Foreign Languages and Cultures." *AI Magazine* 30 (2): 72–83. <https://doi.org/10.1609/aimag.v30i2.2240>.
- Lin, Po Hsuan, Andrew Wooders, Joseph Tao Yi Wang, and Walter M. Yuan. 2018. "Artificial Intelligence, the Missing Piece of Online Education?" *IEEE Engineering Management Review* 46 (3): 25–28. <https://doi.org/10.1109/EMR.2018.2868068>.
- Lindgren, Robb, and Mina Johnson-Glenberg. 2013. "Emboldened by Embodiment." *Educational Researcher* 42 (8): 445–52. <https://doi.org/10.3102/0013189X13511661>.
- Linert, J., and P. Kopacek. 2016. "Robots for Education (Edutainment)." *IFAC-PapersOnLine* 49 (29): 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.11.065>.
- Litman, Diane. 2016. "Natural Language Processing for Enhancing Teaching and Learning." *30th AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2016*, 4170–76.
- Litman, Diane J, and Scott Silliman. 2004. "ITSPOKE: An Intelligent Tutoring Spoken Dialogue System." *Proc. of the Human Language Technology Conference: 4th Meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (HLT/NAACL)*, no. March: 233–36. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1614027>.
- Lucke, Dominik, Carmen Constantinescu, and Engelbert Westkämper. 2008. "Smart Factory - A Step towards the Next Generation of Manufacturing." In *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, 115–18. London: Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_23.
- Luckin, Rose, Wayne Holmes, Mark Griffiths, Forcier Griffiths, and Laurie B. 2016. *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Intelligence Unleashed*.
- Ma, Wenting. 2014. "Journal of Educational Psychology Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes : A Meta-Analysis" 106 (4): 901–18.
- Magnimind. 2019. "10 Powerful Examples Of AI Applications." 2019. <https://becominghuman.ai/10-powerful-examples-of-ai-applications-553f7f062d9f>.
- Marquez, Jack, Jhorman Villanueva, Zeida Solarte, and Alexander Garcia. 2016. "IoT in Education: Integration of Objects with Virtual Academic Communities." In , 201–12. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31232-3_19.
- Marr, Bernard. 2018. "How Is AI Used In Education -- Real World Examples Of Today And A Peek Into The Future." *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/25/how-is-ai-used-in-education-real-world-examples-of-today-and-a-peek-into-the-future/>.
- Mayo, M., A. Mitrovic, and J. McKenzie. 2000. "CAPIT: An Intelligent Tutoring System for Capitalisation and Punctuation." In *Proceedings International Workshop on Advanced*

- Learning Technologies. IWALT 2000. Advanced Learning Technology: Design and Development Issues*, 151–54. IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/IWALT.2000.890594>.
- mBot. n.d. “Educational Robot Kit.” <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot>.
- McGrawHill. n.d. “ALEKS.” https://www.aleks.com/about_aleks/overview.
- McLaren, Bruce M., Oliver Scheuer, and Jan Mikšátko. 2010. “Supporting Collaborative Learning and E-Discussions Using Artificial Intelligence Techniques.” *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 20 (1): 1–46. <https://doi.org/10.3233/JAI-2010-0001>.
- Melis, Erica, and Jörg Siekmann. 2004. “ActiveMath: An Intelligent Tutoring System for Mathematics.” In , 91–101. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24844-6_12.
- Meyers, Max. 2015. “Connecting the Classroom with the Internet of Things.” 2015. <https://www.edsurge.com/news/2015-03-28-connecting-the-classroom-with-the-internet-of-things>.
- Mitrovic, Antonija, Chris Williamson, Aidan Bebbington, Moffat Mathews, Pramuditha Suraweera, Brent Martin, David Thomson, and Jay Holland. 2011. “Thermo-Tutor: An Intelligent Tutoring System for Thermodynamics.” In *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 378–85. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773164>.
- Modular Robotics. n.d. “Cubelets.” Accessed April 24, 2020. <https://www.modrobotics.com/Cubelets/>.
- Muehlenbrock, Martin. 2006. “Learning Group Formation Based On.” *International Journal on E-Learning* 5 (1): 19–24.
- “Myers-Briggs.” n.d. Accessed April 22, 2020. https://en.wikipedia.org/wiki/Myers-Briggs_Type_Indicator.
- NGSS. 2013. “Lead States: Next Generation Science Standards: For States, By States.” *The National Academies Press*, 2013.
- OECD. 2010. *The High Cost of Low Educational Performance*. <https://doi.org/10.1787/9789264077485-en>.
- Oriwoh, Edewede, and Marc Conrad. 2015. “‘Things’ in the Internet of Things: Towards a Definition.” *International Journal of Internet of Things* 4 (1): 1–5. <https://doi.org/10.5923/j.ijit.20150401.01>.
- Ozobot. n.d. “Robots to Code, Create, and Connect With.” Accessed April 25, 2020. <https://ozobot.com/>.
- P. Stone, R. Brooks, E. Brynjolfsson, R. Calo, O. Etzioni, G. Hager, J. Hirschberg, S. Kalyanakrishnan, E. Kamar, S. Kraus, K. Leyton-Brown, D. Parkes, W. Press, A. Saxenian, J. Shah, M. Tambe, and A. Teller. 2016. “Artificial Intelligence and Life in 2030 I One Hundred Year Study on Artificial Intelligence.” *Report of the 2015 Study Panel*, 319–51. https://doi.org/10.1142/9789812774750_0007.
- PLEOrb. n.d. “PLEOWorld.” Accessed April 25, 2020.

- http://www.pleoworld.com/pleo_rb/eng/lifeform.php.
- Popenici, Stefan A.D., and Sharon Kerr. 2017. "Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Teaching and Learning in Higher Education." *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.
- Quignard, Matthieu, Pierre Tchounikine, and Patrick Wang. 2018. "Chao: A Framework for the Development of Orchestration Technologies for Technology-Enhanced Learning Activities Using Tablets in Classrooms." *International Journal of Technology Enhanced Learning* 10 (1/2): 1. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2018.10008583>.
- Rajan, Sonya, Scotty D Craig, A N D Barry Gholson, Natalie K Person, and Arthur C Graesser. 2001. "AutoTutor: Incorporating Back-Channel Feedback and Other Human-Like Conversational Behaviors into an Intelligent Tutoring System," 117–26.
- Robotics, Root. n.d. "iRobot." Accessed April 25, 2020. <https://www.irobot.com/root>.
- Roll, Ido, and Ruth Wylie. 2016. "Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education." *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 26 (2): 582–99. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>.
- Russell, S. J., and Peter Norvig. 2010. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*.
- Rytivaara, Anna. 2012. "Collaborative Classroom Management in a Co-Taught Primary School Classroom." *International Journal of Educational Research* 53 (January): 182–91. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.03.008>.
- Sarkis, H. 2004. "Cognitive Tutor Algebra 1: Program Evaluation," no. May. https://www.carnegielearning.com/static/web_docs/sarkis_2004.pdf.
- "School in TheCloud." n.d. Accessed May 12, 2020. <https://www.theschoolinthecloud.org/>.
- Self, John. 1999. "The Defining Characteristics of Intelligent Tutoring Systems Research : ITSs Care , Precisely." *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 10 (1998): 350–64.
- Simić, Konstantin, Marijana Despotović-Zrakić, Igor Đurić, Aleksandar Milić, and Nikola Bogdanović. 2015. "A Model of Smart Environment for E-Education Based on Crowdsourcing." *Journal for Universal Excellence* 4 (1): A1–10.
- Slavin, Robert E. 2010. "Co-Operative Learning: What Makes Group-Work Work?" In , 161–78. <https://doi.org/10.1787/9789264086487-9-en>.
- Temkar, Prof Rohini, Mohanish Gupte, and Siddhesh Kalgaonkar. 2016. "Internet of Things for Smart Classrooms," 203–7.
- Timms, Michael J. 2016. "Letting Artificial Intelligence in Education out of the Box: Educational Cobots and Smart Classrooms." *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 26 (2): 701–12. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0095-y>.
- Traum, David, Jeff Rickel, Jonathan Gratch, and Stacy Marsella. 2003. "Negotiation over Tasks in Hybrid Human-Agent Teams for Simulation-Based Training." In *Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - AAMAS '03*, 441. New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/860575.860646>.

- Trilling, B. & Fadel, C. 2009. *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.
- Turing, A. M. 2012. “Computing Machinery and Intelligence.” *Machine Intelligence: Perspectives on the Computational Model*, 1–28. <https://doi.org/10.1093/mind/lix.236.433>.
- “U.S. National Science and Technology Council.” 2016. https://www.eenews.net/assets/2016/10/12/document_gw_04.pdf.
- UNESDOC. 2015. “Sustainable Development Goal for Education Cannot Advance without More Teachers; UIS Fact Sheet; Vol.:33; 2015.”
- University, Still. n.d. “Guidelines for Students on Rotation,” no. 660: 1–16.
- Upton, Kimberley, and Judy Kay. 2009. “Narcissus: Group and Individual Models to Support Small Group Work.” In , 54–65. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02247-0_8.
- VanLehn, Kurt, Pamela W. Jordan, Carolyn P. Rosé, Dumisizwe Bhembe, Michael Böttner, Andy Gaydos, Maxim Makatchev, et al. 2002. “The Architecture of Why2-Atlas: A Coach for Qualitative Physics Essay Writing.” In , 158–67. https://doi.org/10.1007/3-540-47987-2_20.
- VanLehn, Kurt, Collin Lynch, Kay Schulze, Joel A. Shapiro, Robert Shelby, Linwood Taylor, Don Treacy, Anders Weinstein, and Mary Wintersgill. 2005. “The Andes Physics Tutoring System: Lessons Learned.” *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 15 (3): 147–204.
- Vannini, Natalie, Sibylle Enz, Maria Sapouna, Dieter Wolke, Scott Watson, Sarah Woods, Kerstin Dautenhahn, et al. 2011. ““FearNot!”: A Computer-Based Anti-Bullying-Programme Designed to Foster Peer Intervention.” *European Journal of Psychology of Education* 26 (1): 21–44. <https://doi.org/10.1007/s10212-010-0035-4>.
- Veeramanickam, M.R.M, and M. Mohanapriya. 2014. “IOT Enabled Futures Smart Campus with Effective E-Learning : I-Campus.” *International Journal of Engineering Technology* 2 (3): 14–20. <https://doi.org/10.5176/2251-3701>.
- Vogt, Paul, Rianne van den Berghe, Mirjam de Haas, Laura Hoffman, Junko Kanero, Ezgi Mamus, Jean-Marc Montanier, et al. 2019. “Second Language Tutoring Using Social Robots: L2TOR - The Movie,” 373–373. <https://doi.org/10.1109/hri.2019.8673016>.
- Wang, Hou Han, Zehui Zhan, Jun Xu, Quanbo Liu, Guangjie Ren, Dongqing. 2015. “A Problem Solving Oriented Intelligent Tutoring System to Improve Students’ Acquisition Ofbasic Computer Skills” Volume 81: 102–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.003>.
- Wang, Bin, Huanhuan Liu, Ping An, Qing Li, Kai Li, Ling Chen, and Qi Zhang. 2018. *Reconstructing Our Orders*. Reconstructing Our Orders. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2209-9>.
- Weber, Gerhard. 2012. “Adaptive Learning Systems.” In *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 113–15. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_534.
- Weerasinghe, Amali, and Antonija Mitrovic. 2011. “Facilitating Adaptive Tutorial Dialogues

- in EER-Tutor.” In , 630–31. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21869-9_131.
- Weiser, Mark. 1999. “The Computer for the 21 St Century.” *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review* 3 (3): 3–11. <https://doi.org/10.1145/329124.329126>.
- Weragama, Dinesha, and Jim Reye. 2013. “The PHP Intelligent Tutoring System.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 7926 LNAI: 583–86. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39112-5-64>.
- Wiggins, Joseph B., Kristy Elizabeth Boyer, Alok Baikadi, Aysu Ezen-Can, Joseph F. Grafsgaard, Eun Young Ha, James C. Lester, Christopher M. Mitchell, and Eric N. Wiebe. 2015. “JavaTutor.” In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '15*, 599–599. New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2676723.2691877>.
- Wolpaw, Jonathan R., and Elizabeth Winter Wolpaw. 2012. “Brain–Computer Interfaces: Something New under the Sun.” In *Brain–Computer Interfaces Principles and Practice*, 3–12. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195388855.003.0001>.
- Xing, Bo, and Tshilidzi Marwala. 2018. “Implications of the Fourth Industrial Age on Higher Education.” *Tap Chí Nghiên Cứu Dân Tộc*, no. 23: 10–15. <https://doi.org/10.25073/0866-773x/87>.
- Yafang Wang. 2010. “English Interactive Teaching Model Which Based upon Internet of Things.” In *2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010)*, V13-587-V13-590. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCASM.2010.5622914>.
- Youngblood, G. Michael, Edwin O. Heierman, Lawrence B. Holder, and Diane J. Cook. 2005. “Automation Intelligence for the Smart Environment.” *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 1513–14.
- Yudelson, Michael V., Kenneth R. Koedinger, and Geoffrey J. Gordon. 2013. “Individualized Bayesian Knowledge Tracing Models.” In , 171–80. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39112-5_18.