

STEM Διδακτική Παρέμβαση σε Τάξη με Μαθητή με προβλήματα όρασης. Ο Ρόλος της Τεχνολογίας

Σ. Κοτρέτσου¹, Ε. Κοντογούρη²

¹Χημικός, PhD, Med, ΓΕΛ Ανδρίτσαινας
skotretsou@sch.gr

²Μαθηματικός, Med, Διευθύντρια 8^{ου} ΓΕΛ Περιστερίου
evikont5@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία μελετά την τροποποίηση μιας ήδη εφαρμοσμένης STEM διδακτικής παρέμβασης των μαθημάτων της Χημείας, των Μαθηματικών και της Πληροφορικής, ώστε να μπορέσει να την παρακολουθήσει και μαθητής/τρια με προβλήματα όρασης. Εφαρμόζεται σε μαθητές της Α΄ Λυκείου και αφορά, τη διδασκαλία της αγωγιμότητας και της μεταβολής της θερμοκρασίας σε υδατικά διαλύματα οξέων, βάσεων και αλάτων, την εμπέδωση των στοιχειωδών εννοιών για τις συναρτήσεις και εφαρμογή τους και την ανάπτυξη ρομποτικής κατασκευής για την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων που ανακύπτουν κατά την ανάπτυξη του μαθήματος. Διερευνά τις δυσκολίες και τα οφέλη που προκύπτουν από την τροποποίηση του μαθήματος και αναδεικνύει τον σημαντικό ρόλο της τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά: Ειδική Αγωγή, STEM, Τ.Π.Ε., Προβλήματα όρασης.

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει διεθνώς η τάση οι μαθητές/τριες με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, να φοιτούν στα σχολεία που φοιτούν και τα υπόλοιπα παιδιά, σύμφωνα με τις αρχές της συμπερίληψης και να υποστηρίζονται είτε από τον εκπαιδευτικό της τάξης ή και τον εκπαιδευτικό της Ειδικής Αγωγής. Η βιβλιογραφία είναι πλούσια από θεωρίες προς αυτήν την κατεύθυνση, όμως γεννάται το ερώτημα τι ακριβώς συμβαίνει όταν ένας εκπαιδευτικός αναλάβει ξαφνικά και χωρίς κάποια ειδική εκπαίδευση τμήμα με παιδί με σοβαρές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η τροποποίηση του ήδη υπάρχοντος διδακτικού υλικού θεωρείται αναγκαία, ακόμη και ο εξ αρχής επανασχεδιασμός. Έτσι, εδώ γίνεται αντιπαραβολή ενός ήδη υλοποιηθέντος διδακτικού STEM σεναρίου με προτεινόμενη τροποποίησή του, ώστε να συμπεριληφθεί και μαθητής/τρια με προβλήματα όρασης και να κατακτήσει τους ίδιους διδακτικούς στόχους. Με αφορμή αυτό, συζητούνται ζητήματα που ανέκυψαν κατά την τροποποίηση, όπως ο χρόνος, το κόστος, τα οφέλη, ο ρόλος της χρήσης εξειδικευμένης τεχνολογίας και η ασφάλεια των μαθητών.

Κατά την εφαρμογή του μαθήματος, θεωρείται δεδομένο ότι ο μαθητής είναι εφοδιασμένος με Προσβάσιμο Ατομικό Φορητό (ή σταθερό) Σταθμό Εργασίας (ΠΑΦΣΕ ή ΠΣΣΕ αντίστοιχα) που περιλαμβάνει -μεταξύ άλλων- ειδικό εκτυπωτή, τεχνολογίες φωνητικής εγγραφής σε braille κ.α. (Μουταβελής, 2017; Χιουρέα, 2013). Επίσης, έχουν γίνει οι κατάλληλες τροποποιήσεις στην αίθουσα διδασκαλίας και στο εργαστήριο (Kimberly & Green, 2014; Χιουρέα, 2013). Στη συνέχεια παρουσιάζονται το θεωρητικό πλαίσιο, η διδακτική προσέγγιση, τα οφέλη, ο ρόλος της τεχνολογίας, τα συμπεράσματα και οι προτάσεις και τέλος οι αναφορές.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Συμπερίληψη

Η οργανωμένη εκπαίδευση των παιδιών με αναπηρίες ξεκίνησε δειλά πριν από έναν αιώνα περίπου σε πολλά αναπτυγμένα κράτη, σήμερα όμως, η συνεκπαιδευση-συμπερίληψη (inclusive education), αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στόχους της ειδικής αγωγής (Κακαργιά, 2018).

Στον όρο «συνεκπαιδευση-συμπερίληψη» αντανακλώνται όλες οι πρωτοβουλίες και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν, προκειμένου τα σχολεία γενικής αγωγής να αναδιαμορφωθούν πλήρως, για να ανταποκριθούν στην ποικιλομορφία των απαιτήσεων όλων των μαθητών, επιφέροντας έτσι τις απαραίτητες αλλαγές σε ολόκληρο το σχολικό σύστημα επιδεικνύοντας τον απαιτούμενο σεβασμό απέναντι στην ετερότητα και την ποικιλομορφία τους και θέτοντας παράλληλα στο επίκεντρο ζητήματα, όπως τα ανθρώπινα δικαιώματα, την κοινωνική δικαιοσύνη και την ισότητα (Reindal, 2016; Rodriguez & Garro-Gila, 2015; Waitoller, 2016). Σήμερα, η Συμπερίληψη αναγνωρίζεται σαν ένα παιδαγωγικό εργαλείο κοινωνικο-γνωστικής ενθάρρυνσης όλων των μαθητών (με και χωρίς αναπηρίες) για την προώθηση της οποίας καθοριστικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός. Ως κατάλληλη μεθοδολογία προτείνεται η χρήση της Διαφοροποιημένης Διδασκαλίας, η οποία εστιάζει στον κάθε μαθητή ξεχωριστά, μέσα όμως από το σύνολο της τάξης. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να διαφοροποιήσει το μαθησιακό περιβάλλον, το περιεχόμενο, τη διαδικασία και το προϊόν της μάθησης, μέσα από προτεινόμενες διδακτικές στρατηγικές και μεθόδους (Μουταβελής, 2017; Tomlinson et al, 2004).

2.2 Συμπερίληψη μαθητών με προβλήματα όρασης

Οι μαθητές με οπτική εξασθένιση ή τύφλωση, αντιμετωπίζουν ζητήματα προσαρμογής στο εκπαιδευτικό περιβάλλον της τάξης, καθώς η οπτική μάθηση είναι μεγάλο μέρος της παραδοσιακής διδασκαλίας. Με τις κατάλληλες διαφοροποιήσεις μπορούν να μάθουν τα ίδια πράγματα που μαθαίνουν και οι βλέποντες συμμαθητές τους. Αυτό μπορεί να γίνει τόσο με τις κατάλληλες τροποποιήσεις στο περιβάλλον του σχολείου και στα υλικά παρουσίασης των μαθημάτων όσο και με την ενημέρωση των

εκπαιδευτικών για τις στρατηγικές που πρέπει να χρησιμοποιήσουν προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες των μαθητών. Γνωστικά αντικείμενα όπως η Χημεία, η Φυσική, η Βιολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά σχετίζονται με χρήση οπτικού υλικού και πληροφορίας, τα οποία δεν είναι εύκολα προσβάσιμα σε μαθητές με δυσκολίες όρασης. Έρευνες που αφορούν τον τρόπο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών σε μαθητές με προβλήματα όρασης έδειξαν ότι οι παράγοντες που επέτρεψαν τους μαθητές να συμμετάσχουν αποτελεσματικά στο μάθημα ήταν η εξοικείωσή τους με το χώρο, η καλή γνώση των θέσεων των αντικειμένων στην τάξη, η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού (Braille) και η χρήση του από τους μαθητές (Γιάννου, 2018).

2.3 STEM Εκπαίδευση

Ο όρος STEM που εισήχθη από το National Science Foundation (NSF) των ΗΠΑ ως ακρωνύμιο των Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), & Mathematics (Μαθηματικά). Το NSF ορίζει τον όρο STEM με ευρεία έννοια, μέσα στον οποίο συμπεριλαμβάνονται εκτός από τα τέσσερα ή πέντε γνωστικά αντικείμενα (το πέμπτο είναι οι τέχνες) και άλλα όπως τις Κοινωνικές Επιστήμες, την Ψυχολογία, τα Οικονομικά, την Κοινωνιολογία και τις Πολιτικές Επιστήμες και συνδέεται με την προοπτική της οικονομικής ανάπτυξης μιας χώρας. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι μαθητές, μέσα από την εκπαίδευση STEM, μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες του 21ου αιώνα όπως η προσαρμοστικότητα, η επίλυση προβλημάτων, η πολύπλοκη επικοινωνία η συστηματική σκέψη, η αυξημένη γνωστική ανάπτυξη, η βελτίωση της μακροχρόνιας μνήμης, η δημιουργία νέων τρόπων σκέψης, η βελτίωση της ικανότητας ανάκλησης της μνήμης, και ιδιαίτερα το γεγονός ότι γίνεται πιο αποτελεσματικός και πιο ενδιαφέρων ο τρόπος διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Henriksen, 2014; Κοντογούρη & Κοτρέτσου 2016; Oner et. al., 2016).

Για να υλοποιηθεί ένα STEM διδακτικό σενάριο σύμφωνα με το μοντέλο 5E (5E Instructional Model) πρέπει να ακολουθηθούν τα παρακάτω στάδια (De Coito, 2016): 1) Εμπλοκή (Engagement): Ο εκπαιδευτικός και /ή οι μαθητές κάνουν ρωτήσεις που μπορεί να συσχετίζονται με πραγματικά προβλήματα προς επίλυση. Οι μαθητές προτείνουν πιθανές λύσεις μετά από καταγισμό ιδεών. 2) Εξερεύνηση (Exploration): Οι μαθητές συνδυάζουν γνώσεις των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών και εφαρμόζουν διδακτικά σενάρια για να δώσουν απαντήσεις για την επίλυση του προβλήματος. 3) Εξήγηση (Explanation): Οι μαθητές αναλύουν και ερμηνεύουν διάφορους τύπους δεδομένων. Συνεργάζονται μεταξύ τους για να κατανοήσουν τα δεδομένα και τις λύσεις χρησιμοποιώντας την τεχνολογία. 4) Επεξεργασία/επέκταση (Elaboration/Extension): Οι μαθητές επεξεργάζονται από τα πρωτότυπα των λύσεων ή των μοντέλων και επιλέγουν την κατάλληλη λύση, δημιουργούν τροποποιήσεις για περαιτέρω διερεύνηση του θέματος και 5) Εκτίμηση (Evaluation): Οι μαθητές συζητούν πάνω

στην προτεινόμενη λύση συμμετέχοντας σε ομάδες και παρουσιάζουν τις εργασίες τους για αξιολόγηση.

Επίσης, η τροποποίηση ενός STEM διδακτικού σεναρίου είναι απαραίτητη για να μπορεί να συμπεριληφθεί ένας μαθητής με προβλήματα όρασης (Kimberly & Green, 2014).

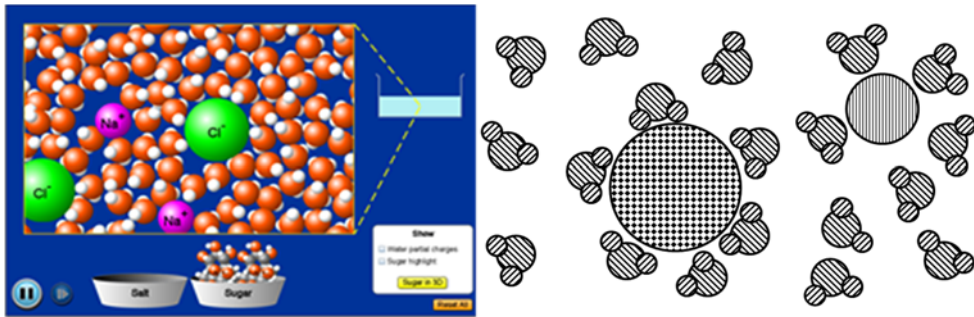
3. Η Διδακτική Προσέγγιση

Η σχεδιασθείσα για τη μελέτη μας διδακτική προσέγγιση περιλαμβάνει τρεις φάσεις και έχει διάρκεια τρεις διδακτικές ώρες. Για κάθε φάση περιγράφεται το πώς εφαρμόστηκε και εν συνεχεία η μελετώμενη τροποποίηση.

Τα εμπλεκόμενα γνωστικά αντικείμενα είναι α) η Χημεία της Α' Λυκείου («Οξέα – Βάσεις – Άλατα - Οξειδία» και συγκεκριμένα, η αγωγιμότητα υδατικών διαλυμάτων των αλάτων και «Ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν μια χημική αντίδραση» και ειδικότερα οι εξώθερμες αντιδράσεις), β) η Άλγεβρα της Α' Λυκείου («Βασικές έννοιες συναρτήσεων», απεικόνιση σημείων στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, γραμμικότητα) και γ) η Πληροφορική.

3.1 Πρώτη Φάση: «Αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων»

Στη συνηθισμένη τάξη, η φάση αυτή απαρτίζεται από πέντε δραστηριότητες. Στην πρώτη, οι μαθητές απαντούν στο ερώτημα «Τι πιστεύετε ότι συμβαίνει σ' ένα ποτήρι ζέσης όπου έχουμε τοποθετήσει μια χημική ένωση π.χ. ένα οξύ (HCl) ή μια βάση (NaOH) ή ένα άλας (NaCl) ή μια μοριακή ένωση (ζάχαρη) και προσθέσουμε ικανή ποσότητα νερού;». Στη δεύτερη, εκτελούν προσομοίωση του Phet Colorado (https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_en.html) και παρακολουθούν βίντεο που δείχνουν σε μικροσκοπικό επίπεδο τον ιοντισμό του υδροχλωρίου στο νερό, καθώς και τη διάλυση των ιοντικών ενώσεων του υδροξειδίου του νατρίου και του χλωριούχου νατρίου σε νερό, ώστε να επικυρώσουν ή την απάντησή τους στο ερώτημα της 1^{ης} δραστηριότητας. Στην τρίτη δραστηριότητα, απαντούν στο ερώτημα εάν υπάρχει διαφορά στο μηχανισμό διάλυσης μιας ιοντικής (NaCl, NaOH) και μιας ομοιοπολικής ένωσης (HCl). Στην τέταρτη εκτελούν την προσομοίωση <https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/sugar-and-salt-solutions/latest/sugar-and-salt-solutions.html?simulation=sugar-and-salt-solutions> και απαντούν στο ερώτημα «Ποιο από τα δύο υδατικά διαλύματα (NaCl, ζάχαρης) παρουσιάζει αγωγιμότητα και γιατί;»



Εικόνα 1. Στιγμιότυπο από την προσομοίωση και η μετατροπή του για εκτύπωση στο θερμοκαψουλικό χαρτί, όπου το μαύρο χρώμα διογκώνεται. Δια της αφής, γίνεται αντιληπτό ότι το χλώριο έλκεται από τα υδρογόνα, ενώ το νάτριο από το οξυγόνο.

Στην πέμπτη, χρησιμοποιούν τους ορισμούς για να αιτιολογήσουν ότι η σχέση μεταξύ της ποσότητας της διαλυμένης ουσίας και της αγωγιμότητας αποτελεί συνάρτηση με ανεξάρτητη μεταβλητή την ποσότητα και εξαρτημένη την αγωγιμότητα. Προσδιορίζουν το πεδίο ορισμού και γίνεται συζήτηση για το σύνολο τιμών, προϊδεάζοντας έτσι τους μαθητές και για επόμενο κεφάλαιο που αφορά στον κορεσμό των διαλυμάτων. Στην έκτη δραστηριότητα, ζητείται να βρεθεί τρόπος ώστε να μετρηθεί η αγωγιμότητα και να προσδιοριστεί εάν η σχέση αγωγιμότητας- ποσότητας διαλυμένης ουσίας είναι γραμμική. Κατά την εφαρμογή στην τάξη, προτάθηκε από τους μαθητές να μετρηθεί η ένταση του φωτός στο λαμπάκι που είδαν να χρησιμοποιείται στην προσομοίωση προς απόδειξη της αγωγιμότητας του διαλύματος.

Στην τάξη στην οποία υπάρχει μαθητής με προβλήματα όρασης, η πρώτη φάση ξεκινά με ανάκληση προϋπαρχουσών γνώσεων σχετικά με τους ομοιοπολικούς και τους ετεροπολικούς δεσμούς, που έχουν διδαχθεί σε προηγούμενα μαθήματα, με στόχο μια σύντομη υπενθύμιση για τις γνώσεις που αποκτώνται κατά τις τρεις πρώτες δραστηριότητες της παραπάνω παραγράφου. Ακολουθούν τρεις δραστηριότητες. Στην πρώτη, επιλέγουμε ζεύγη μαθητών ώστε σε μια δυάδα να είναι και τυφλό παιδί ή παιδί με πρόβλημα όρασης, φροντίζοντας αυτό να βρίσκεται με συμμαθητή του που έχουμε ορίσει ως συνοδό-υποστηρικτή της μαθησιακής διαδικασίας (Kimberly & Green, 2014). Η ανάπτυξη αρχικά δυαδικών σχέσεων μέσω της εργασίας κατά ζεύγη έχει στόχο τη συνεργασία των μαθητών και την ανάπτυξη ενδοομαδικών σχέσεων (Δροσινού-Κορέα, 2020).

Δένουμε τα μάτια στο ένα από τα δύο παιδιά του ζεύγους και τα οδηγούμε σε ισάριθμα με τις δυάδες ποτήρια ζέσεως. Τα παιδιά που βλέπουν, οδηγούν το ζεύγος τους να αναγνωρίσει τις διατάξεις που αποτελούνται από τα ποτήρια ζέσεως που περιέχουν νερό και δύο ηλεκτρόδια, ενωμένα μεταξύ τους με αγωγό στον οποίο παρεμβάλλεται λαμπτήρας. Ζητείται από τους μαθητές που δεν βλέπουν, να ακουμπήσουν τον λαμπτήρα με τα δάκτυλα τους και να αναγνωρίσουν τότε θα ανάψει. Το άλλο άτομο του ζεύγους, τις χρονικές στιγμές που καθορίζει ο εκπαιδευτικός, ρίχνει προζυγισμένη

ποσότητα άλατος στο διάλυμα (κάθε φορά την ίδια). Κερδίζει το ζεύγος που αναγνωρίζει νωρίτερα και ορθά ότι ο λαμπτήρας έχει ανάψει. Βγαίνει από το παιχνίδι το ζεύγος που κάνει λανθασμένη εικασία. Το αυτό επαναλαμβάνεται με ζάχαρη αντί άλατος. Στο τέλος, ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν στο ερώτημα «Ποιο από τα δύο υδατικά διαλύματα (NaCl, ζάχαρης) παρουσιάζει αγωγιμότητα και γιατί;» Προηγουμένως, μοιράζονται στους μαθητές φωτοτυπίες με τα στιγμιότυπα της εικόνας 1, με τη διαφορά ότι για το παιδί με το πρόβλημα όρασης, τα στιγμιότυπα πρέπει να εκτυπωθούν στον ειδικό εκτυπωτή που τυπώνει ανάγλυφα σε θερμοκαυσουλικά χαρτί, με κατάλληλη γραμμοσκίαση (διαφορετική για κάθε στοιχείο), ώστε να είναι σε θέση και εκείνο να αιτιολογήσει τι συμβαίνει κατά τη διάλυση και να κάνει διαπιστώσεις περί αγωγιμότητας. Οι δύο επόμενες δραστηριότητες είναι ίδιες με τις δύο τελευταίες της προηγούμενης παραγράφου. Καθώς με την αφή ή με το μάτι, δεν μπορεί να μετρηθεί η ένταση του φωτός του λαμπτήρα πρέπει να βρεθεί άλλος τρόπος να μετρηθεί η αγωγιμότητα.

3.2 Δεύτερη Φάση: «Ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν τη χημική αντίδραση. Εξώθερμες-ενδόθερμες αντιδράσεις»

Στη συνηθισμένη τάξη, η δεύτερη φάση απαρτίζεται από πέντε δραστηριότητες. Στην πρώτη, καλούνται να παρακολουθήσουν βίντεο, διαφάνειες, να μελετήσουν υλικό στο <https://www.middleschoolchemistry.com> (lessonplans και multimedia από το κεφάλαιο 5) πάνω στον μηχανισμό των εξώθερμων και ενδόθερμων αντιδράσεων και στη συνέχεια να εξηγήσουν τη διαφορά μεταξύ ενδόθερμης και εξώθερμης διάλυσης. Στη δεύτερη, καλούνται να παρακολουθήσουν βίντεο και προσομοίωση εργαστηρίου που αφορούν τη διάλυση του H_2SO_4 (θεικού οξέος) στο νερό και να απαντήσουν στα ερωτήματα: α) «Για τη δημιουργία ενός υδατικού διαλύματος H_2SO_4 ποια διαδικασία ακολουθούμε (με ποια σειρά προσθέτουμε το διαλύτη και τη διαλυμένη ουσία) και γιατί;», β) «Ποια μέτρα προφύλαξης πρέπει να λάβουμε;», γ) «Πώς διαπιστώνουμε ότι αυτή η διάλυση είναι εξώθερμη;» Οι δύο επόμενες δραστηριότητες είναι παρόμοιες με τις δύο τελευταίες στις προηγούμενες ενότητες, μόνο που η λέξη «αγωγιμότητα» αντικαθίσταται από τη λέξη «θερμότητα». Η τελευταία είναι μια προσπάθεια των μαθητών να απαντήσουν στα ερωτήματα των δύο προηγούμενων φάσεων, δηλαδή το πώς θα μετρηθεί η αγωγιμότητα και η θερμοκρασία ώστε να διαπιστωθεί εάν η σχέση διαλυμένης ουσίας και αγωγιμότητας/θερμότητας είναι γραμμική ή όχι, αλλά και στο εξής πολύ βασικό ερώτημα: «Μπορείτε να προτείνετε ασφαλείς τρόπους μέτρησης της θερμοκρασίας σε μια εξώθερμη και μια ενδόθερμη διάλυση χημικών ενώσεων στο νερό;». Σημειώνεται ότι η θερμοκρασία –προφανώς– μπορεί να μετρηθεί και με ένα θερμόμετρο, οπότε η λέξη «ασφαλείς» του ερωτήματος, έχει σημασία για τον σχεδιασμό της επόμενης φάσης.

Κατά τη μετατροπή, οι δύο πρώτες δραστηριότητες αντιστρέφονται. Το γίνεται σε πραγματικές συνθήκες και οι μαθητές καλούνται να διαπιστώσουν την αύξηση της θερμοκρασίας ακουμπώντας το ποτήρι ζέσεως και εν συνεχεία, να απαντήσουν στα

ερωτήματα της δραστηριότητας που αναφέρονται παραπάνω. Ακολούθως, οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν τη διαφορά μεταξύ ενδόθερμης και εξώθερμης διάλυσης, μελετώντας φωτοτυπίες με υλικό τυπωμένο από το middle school chemistry. Στο τυφλό παιδί δίνονται αντίστοιχα έντυπα με το κείμενο γραμμένο σε braille και τις εικόνες κατάλληλα διαμορφωμένες για εκτύπωση σε θερμοκαψουλικό χαρτί. Ενώ, σε αμβλύωπα μαθητή έχουμε λάβει υπόψη μας τις κατάλληλες προδιαγραφές για τα κείμενα, δηλαδή γράμματα καθαρά, ευανάγνωστα, μεγεθυμένα. Χρησιμοποιούμε εκτυπώσεις με ευκρινείς γραμματοσειρές, όπως Arial, Tahoma, Verdana. Οι επόμενες τρεις δραστηριότητες είναι ίδιες.

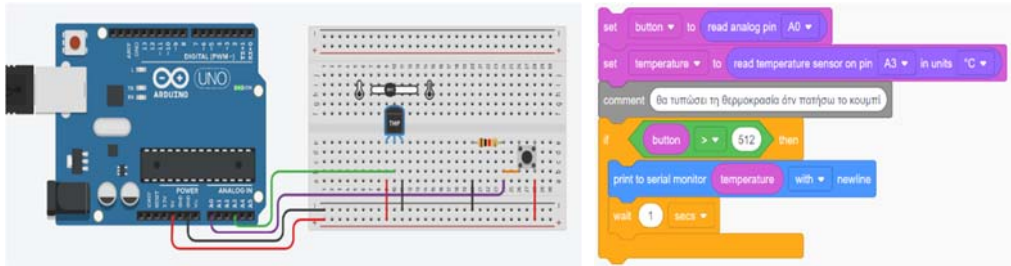
3.3 Τρίτη Φάση: «Ρομποτική κατασκευή και μαθηματικά διαγράμματα.»

Σε αυτήν τη φάση, η διαδικασία στη συνηθισμένη τάξη είναι παρόμοια με αυτήν της τάξης στην οποία φοιτά μαθητής με προβλήματα όρασης. Απαρτίζεται από τρεις δραστηριότητες και στόχο έχει την απάντηση στο ερώτημα σχετικά με την εξεύρεση ασφαλούς τρόπου μέτρησης της θερμοκρασίας σε εξώθερμη αντίδραση διάλυσης H_2SO_4 στο νερό καθώς και στο ερώτημα εάν η σχέση της θερμοκρασίας (και της αγωγιμότητας) με την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας είναι γραμμική.

Έτσι, στην πρώτη δραστηριότητα οι μαθητές χωρισμένοι σε ομάδες των τριών ατόμων (Δροσινού-Κορέα, 2020) καλούνται να γράψουν τον κώδικα, να κατασκευάσουν στο Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>) κύκλωμα που θα μετρά την θερμοκρασία και θα καταγράφει σε οθόνη τις ενδείξεις και να κάνουν την σχετική προσομοίωση. Στη δεύτερη δραστηριότητα το κύκλωμα θα κατασκευαστεί στην πράξη, θα φορτωθεί ο κώδικας σε Arduino developer board (<https://www.arduino.cc/>), θα εκτελεστεί το πείραμα σε πραγματικές συνθήκες και θα κρατούνται οι καταγραφές σε δεδομένες χρονικές στιγμές. Στην τρίτη δραστηριότητα, με βάση τον πίνακα των καταγραφών θα δημιουργηθεί διάγραμμα ποσότητας διαλυμένης ουσίας-θερμοκρασίας και οι μαθητές θα αποφανθούν περί γραμμικότητας ή μη της συνάρτησης. Ο τυφλός ή ο αμβλύωπας μαθητής μπορεί να διαβάζει τα δεδομένα, ο συμμαθητής του να τα περνάει στον υπολογιστή σε σύστημα αξόνων και το τελικό γράφημα να εκτυπώνεται στο θερμοκαψουλικό χαρτί ή σε μεγάλη μεγέθυνση σε κανονικό χαρτί αντίστοιχα.

Σε αυτήν τη φάση, οι εν δυνάμει ρόλοι στην ομάδα του παιδιού που δεν βλέπει, είναι ελαφρώς περιορισμένοι σε σχέση με των άλλων μαθητών, αφού μπορεί να βοηθήσει στην κατασκευή του κυκλώματος και στη δημιουργία του κώδικα, είναι δύσκολο όμως να συμμετάσχει στην εκτέλεση του πειράματος και θα περιοριστεί στις καταγραφές. Επίσης, προκειμένου να συμμετάσχει στη δημιουργία του κώδικα στο Tinkercad και να τον καταλάβει, θα πρέπει να έχει όλες τις διαθέσιμες εντολές είτε σε γραφή braille είτε σε τρισδιάστατες κατασκευές (πραγματικά «τουβλάκια», με γραμμένες πάνω τις εντολές σε γραφή braille) που θα τις χρησιμοποιήσει ως παζλ, καθώς «κουμπώνουν» το ένα με το άλλο, όπως ακριβώς στο Tinkercad. Τέλος, προτείνεται η χρήση ενός DAC

(Digital to Audio Converter), ώστε να είναι εφικτό και μέσω της αίσθησης της ακοής να γίνει αντιληπτή η αύξηση της θερμοκρασίας.



Εικόνα 2. Το κύκλωμα και ο κώδικας στο Tinkercad, ως blocks που «κουμπώνουν» το ένα στο άλλο.

4. Οι δυσκολίες

Οι δυσκολίες που εντοπίστηκαν κατά τη μετατροπή του σεναρίου αφορούν κυρίως σε ζητήματα χρόνου, κόστους (οικονομικού και μη), ασφάλειας κ.α.

Υπολογίστηκε ο χρόνος που απαιτείται από τον εκπαιδευτικό για τη δημιουργία του φύλλου εργασίας για μια συνηθισμένη τάξη και ο χρόνος που απαιτείται για το φύλλο εργασίας στην τάξη με το τυφλό παιδί. Βρέθηκε ότι είναι σχεδόν ο ίδιος. Υπήρξε όμως μεγάλη διαφορά στον χρόνο για τη δημιουργία του υποστηρικτικού υλικού για τον μαθητή με προβλήματα όρασης, καθώς απαιτείται εκτύπωση σε braille και εκτύπωση σε θερμοκαυστικό χαρτί, η οποία με τη σειρά της απαιτεί μετατροπή των σχημάτων σε ασπρόμαυρα με διαφορετική γραμμοσκίαση ανά οπτικό αντικείμενο ή εκτυπώσεις σε μεγάλες μεγεθύνσεις με κατάλληλες προδιαγραφές. Για αμβλύωπα μαθητή, αποφεύγουμε τη γραφή με κόκκινο και πράσινο μελάνι, κείμενα μέσα σε σχήματα και τα σχήματα και οι φωτογραφίες μεγεθύνονται έτσι ώστε να χωρούν σε σελίδα A4 (Χιουρέα, 2013).

Επίσης, απαιτείται χρόνος για την αναζήτηση, εξεύρεση και αγορά των κατάλληλων υλικών (π.χ. το ειδικό χαρτί). Ωστόσο, εάν υπολογίσουμε μόνο τον χρόνο που χρειάζεται ο εκπαιδευτικός για τη δημιουργία των φύλλων εργασίας και του υποστηρικτικού υλικού που θα διανεμηθεί στην τάξη, μετρήσαμε ότι η εργασία υπερδιπλασιάζεται όταν υπάρχει τυφλός ή αμβλύωπας μαθητής στην τάξη. Για τα απλά φύλλα εργασίας απαιτήθηκαν περίπου 6 ώρες εργασίας, για τη μετατροπή τους για αμβλύωπα μαθητή 2 επιπλέον ώρες, ενώ για το επιπλέον υποστηρικτικό υλικό στην περίπτωση τυφλού παιδιού απαιτήθηκαν περίπου 8 επιπλέον ώρες. Ακόμη, απαιτείται πολύς και μη μετρήσιμος χρόνος για τη μελέτη υλικού και οδηγιών για διδασκαλία σε παιδιά με οπτική αναπηρία, καθώς επίσης και για την εκμάθηση του τρόπου λειτουργίας των χρησιμοποιούμενων τεχνολογικών μέσων (ΠΑΦΣΕ).

Όσον αφορά στο κόστος, μπορούμε να πούμε ότι το οικονομικό κόστος με το οποίο επιβαρύνεται μια σχολική μονάδα σε περίπτωση εφαρμογής της παρούσας πρότασης διδακτικής παρέμβασης, δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, αφού αφορά μόνο στα αναλώσιμα, καθώς ο τυφλός ή ο αμβλύωπας μαθητής θεωρείται ότι είναι ήδη εφοδιασμένος με ΠΑΦΣΕ. Το κόστος όμως για μια οικογένεια είναι σημαντικό σε περίπτωση που το παιδί θέλει να προβαίνει στις δικές του ανάγκες εκτυπώσεις ή σε εκτυπώσεις με μεγάλα γράμματα και εικόνες διότι απαιτούν περισσότερο χαρτί και μελάνι. Στα κόστη όμως θεωρούμε ότι πρέπει να συμπεριληφθούν η επαγγελματική εξουθένωση (κόστος στον ελεύθερο χρόνο του εκπαιδευτικού), το κόστος στο διαθέσιμο χρόνο για κάθε δραστηριότητα στην τάξη καθώς και το ψυχικό κόστος που οφείλεται στην αμφιβολία για την καταλληλότητα του σχεδιασμού του μαθήματος και της δημιουργίας του επιπλέον εκπαιδευτικού υλικού, αφού ο εκπαιδευτικός δε γνωρίζει τον βαθμό απτικής ικανότητας των μαθητών του. Προφανώς, αυτού του είδους τα κόστη δεν είναι μετρήσιμα.

Άλλες δυσκολίες έχουν να κάνουν με την ασφάλεια των μαθητών. Έγκεινται στον ειδικό τρόπο διαμόρφωσης της τάξης, καθώς το τυφλό παιδί όχι μόνο δεν πρέπει να συναντά ιδιαίτερα εμπόδια στην κίνησή του, αλλά επίσης, τα μεγάλα αντικείμενα (θρανία, καρέκλες κ.α.) πρέπει να βρίσκονται σε σταθερές θέσεις. Αν υπάρχει αμβλύωπας μαθητής φροντίζουμε η θέση του στο εργαστήριο να είναι τέτοια ώστε να μην έχει το φως του παραθύρου αντίθετα (Χιουρέα, 2013).

Ο εκπαιδευτικός αρχικά πρέπει να γνωρίζει τις βασικές αρχές οργάνωσης και διαμόρφωσης της αίθουσας διδασκαλίας ή του εργαστηρίου για μαθητές με προβλήματα όρασης (Χιουρέα, 2013). Επίσης, πρέπει να λάβει υπόψη του ότι πολλοί μαθητές δευτεροβάθμιας με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες έχουν χαμηλό επίπεδο ανάγνωσης, ενώ τα σχολικά εγχειρίδια απαιτούν υψηλές ικανότητες ανάγνωσης και έχουν πυκνά διατυπωμένες παραγράφους που περιλαμβάνουν πάρα πολλές έννοιες, γεγονότα και στοιχεία με ανεπαρκή εξήγηση (Λουκά, 2016).

5. Τα οφέλη

Κατά τη μετατροπή ενός σχεδίου μαθήματος σε μάθημα που να απευθύνεται και τάξη που συμπεριλαμβάνει τυφλό ή αμβλύωπα μαθητή τα οφέλη είναι πολλαπλά. Αν και το συγκεκριμένο σχέδιο δεν εφαρμόστηκε κατά την μετατροπή του, εν τούτοις η βιβλιογραφία, αλλά και οι εμπειρία μας μετά από χρόνια πειραματισμών με μεθόδους διδασκαλίας, δείχνουν ότι όταν το μάθημα ζητά από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν και άλλες αισθήσεις εκτός της όρασης και της ακοής, τότε η πλειοψηφία αυτών, κινητοποιείται περισσότερο, συμμετέχει πιο ενεργά και εμπεδώνει καλύτερα την ύλη, καθώς καλλιεργεί και άλλα είδη νοημοσύνης κατά Gardner. Οι έρευνες έχουν δείξει ότι η συμπερίληψη των μαθητών που είχαν κριθεί ως αν έχουν Ε.Ε.Α είχε ευνοήσει την ακαδημαϊκή επίδοση όχι μονάχα των οικείων μαθητών αλλά των μαθητών χωρίς αναπηρίες εξαιτίας των πλούσιων ευκαιριών εξατομικευμένης και πρόσθετης

διδασκτικής υποστήριξης, που απέρρεαν από τη συνεργατική δράση μεταξύ γενικών - ειδικών παιδαγωγών (de Graft & Van Hove, 2015; Kalambouka et al., 2007; Keefe & Moore, 2004; Ruijs & Peetsma, 2009). Ωστόσο, πέρα από τα ακαδημαϊκά οφέλη της Συμπερίληψης, οι μαθητές χωρίς αναπηρίες φαίνεται να επωφελούνται εξίσου δυναμικά και σε επίπεδο κοινωνικο-συναισθηματικών επιτευγμάτων, όπως απόκτηση ενσυναίσθησης, προσφοράς, της αλληλοβοήθειας και της αποδοχής (Bunch & Valeo, 2004; Sirlorpu et al., 2008).

Ένα άτομο με πρόβλημα όρασης με τη διδασκαλία της γραφής Braille μπορεί να χρησιμοποιεί τη γραπτή και προφορική επικοινωνία, ώστε να αναπτύξει τη λεκτική νοημοσύνη, η οποία μπορεί να αντισταθμίσει την απώλεια της όρασης (Γιάννου, 2018). Τα θετικά που προκύπτουν από την εφαρμογή ειδικών διδακτικών μεθόδων και πρακτικών μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, στην εκμάθηση επιστημονικών διαδικασιών, στην ανάπτυξη των προσωπικών δεξιοτήτων, στην παρακίνηση των μαθητών να μάθουν και στην ενίσχυση της αυτοεκτίμησής τους. Επίσης, η εφαρμογή ειδικών διδακτικών μεθόδων και πρακτικών βοηθά και τον εκπαιδευτικό καθώς οι μαθητές δεν εξαρτώνται εξ' ολοκλήρου από τον καθηγητή για εξηγήσεις, προωθείται η αποτελεσματική διδασκαλία, διευκολύνεται η επίτευξη των στόχων του προγράμματος σπουδών, είναι εύκολη η αξιολόγηση της κατανόησης και των δεξιοτήτων των μαθητών (Λουκά, 2016).

Τα οφέλη που εμείς αποκομίσαμε από τη συγκεκριμένη μετατροπή του μαθήματος, είναι ότι ήρθαμε σε επαφή με τεχνολογία, υλικό και μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο πλαίσιο μιας συμβατικής τάξης ώστε οι μαθητές να καλλιεργήσουν και άλλες αισθήσεις τους. Προσπαθώντας να μπούμε στη θέση ενός μαθητή με προβλήματα όρασης, ευαισθητοποιηθήκαμε περισσότερο σε ζητήματα αναπηρίας, επιστρατεύσαμε τη φαντασία μας για να βρούμε τα είδη των απαιτούμενων τροποποιήσεων, και εμπλουτίσαμε το εκπαιδευτικό μας υλικό.

6. Ο Ρόλος της Τεχνολογίας

Κατά τον παραπάνω σχεδιασμό του μαθήματος, είναι απαραίτητο ο μαθητής να αντιληφθεί τη μορφή γραφημάτων, να μπορεί να γράψει κώδικα και να «διαβάσει» οπτικούς χάρτες (ανάγλυφη εικόνα) προκειμένου να κατανοήσει τα φαινόμενα, να συμπεράνει και να υλοποιήσει τα ζητούμενα. Σε όλα αυτά, η χρήση εξειδικευμένης τεχνολογίας είναι εκ των ων ουκ άνευ, αφού χωρίς αυτή δεν μπορεί να κάνει τίποτα από τα παραπάνω. Έτσι, η απουσία εξειδικευμένης τεχνολογίας να οδηγεί σε παροχή χαμηλής ποιότητας εκπαίδευσης στους τυφλούς μαθητές.

Εδώ αξίζει να αναφερθεί η χρήση της τεχνολογίας στο παρόν διδακτικό σενάριο δεν περιορίζεται σε υποστηρικτικό ρόλο για τον μαθητή, αλλά το ίδιο το διδακτικό σενάριο αποτελεί μια STEM διδακτική προσέγγιση, η τεχνολογία διαδραματίζει έναν επιπλέον ρόλο, καθώς η έρευνα έχει δείξει ότι όλοι οι μαθητές, των τυφλών

συμπεριλαμβανομένων, ωφελούνται πολλαπλώς από τέτοια σενάρια (Lambie, 2020; Capraro et al., 2013; DeCoito, 2016). Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από άλλες σχετικές έρευνες).

7. Συμπεράσματα-Συζήτηση-προτάσεις

Κατά τη μετατροπή του εκπαιδευτικού υλικού, απαιτείται ολική ή μερική τροποποίηση του μαθήματος, η οποία όμως αυξάνει σχεδόν στο διπλάσιο το χρόνο απαιτούμενης ενασχόλησης με την προετοιμασία του μαθήματος από τον εκπαιδευτικό. Ακόμα απαιτούνται πολλές εργατοώρες για την εκμάθηση λογισμικού, χειρισμού του τεχνολογικού εξοπλισμού και μελέτης για την εξειδικευμένη προσέγγιση. Υπάρχει κόστος οικονομικό, άγχος για την καταλληλότητα του υλικού, επαγγελματική εξουθένωση και δυσκολίες που σχετίζονται με την ασφάλεια των μαθητών και τη διαχείριση των συναισθημάτων τους. Αυτό που επιβεβαιώνεται από τις έρευνες είναι ότι η τροποποίηση του μαθήματος δυσκολεύει τους ειδικούς παιδαγωγούς ιδιαίτερα για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Αγναντή, 2018; Αζαρλή κ.α., 2021). Γι' αυτό ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι ιδιαίτερα σημαντικός για να σχεδιάσουν και να τροποποιήσουν κατάλληλα το εκπαιδευτικό υλικό αξιοποιώντας τις ποικίλες τεχνολογικές δυνατότητες καθώς τα Μαθηματικά και η Χημεία θεωρούνται «οπτικά εξαρτώμενα» μαθήματα (Wandy, 2020). Τέλος, ο ρόλος της τεχνολογίας είναι καταλυτικός, όπως αυτό αποδεικνύεται από τον μεγάλο αριθμό ανακάλυψης τεχνολογικών εφαρμογών για χρήση σε μαθητές τυφλούς ή αμβλύωπες, (Banalyopadhyay & Rathod, 2017; Binnev et al., 2018; Lahav et al., 2019; Pereira et al., 2013).

Αναφορές

- Bandyopadhyay, S., & Rathod, B. B. (2017). The sound and feel of titrations: A smartphone aid for color-blind and visually-impaired students. *Journal of Chemical Education*, 94(7), 946-949.
- Binev, Y., Peixoto, D., Pereira, F., Rodrigues, I., Cavaco, S., Lobo, A. M., & Aires-de-Sousa, J. (2018). NavMol 3.0: Enabling the representation of metabolic reactions by blind users. *Bioinformatics*, 34(1), 120-121.
- Bunch, G., & Valeo, A. (2004). Student attitudes toward peers with disabilities in inclusive and special education schools. *Disability & Society*, 19(1), 61–76.
- Capraro, R., Capraro, M., & Morgan, J. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. New York City: Springer Science & Business Media.
- De Coito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 114–128.

- De Graaf, G., & Van Hove, G. (2015). Learning to read in regular and special schools: A follow-up study of students with Down syndrome. *Life Span and Disability*, 18(1), 7–39.
- Kimberly, E. M., & Green, S. L. (2014). Working with learners with visual impairments in STEM. In S. L. Green (Ed.), *STEM Education. Strategies for teaching learners with special needs* (pp. 143-156). New York: Nova.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 1-9.
- Kalambouka, A., Farrell, P., Dyson, A., & Kaplan, I. (2007). The impact of placing pupils with special educational needs in mainstream schools on the achievement of their peers. *Educational Research*, 49(4), 365–382.
- Keefe, E., & Moore, V. (2004). The challenge of co-teaching in inclusive classrooms at the high school level: What the teachers told us. *American Secondary Education*, 32(3), 77-88.
- Lahav, O., Hagab, N., Talis, V., & Levy, S. T. (2019). Computer-model-based audio and its influence on science learning by people who are blind. *Interactive Learning Environment*, 27(5), 856-868.
- Lambie, K. (2020). *Project-based learning (PBL) in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM): Perspectives of Students with Special Education Needs (SENs)* (Unpublished Master's Theses). University of Western Ontario, Ontario.
- Oner, A., Nite, S., Capraro, R., & Capraro, M. (2016). From STEM to STEAM: Students' beliefs about the use of their creativity. *The STEAM Journal*, 2(2), 1-16.
- Pereira, F., Ponte-e-Sousa, J. C., Fartaria, R. P. S., Bonifácio, V. D. B., Mata, P., Aires-de-Sousa, J., & Lobo, A. M. (2013). Sonified infrared spectra and their interpretation by blind and visually impaired students. *Journal of Chemical Education*, 90(8), 1028-1031.
- Reindal, S.M. (2016) Discussing inclusive education: An inquiry into different interpretations and a search for ethical aspects of inclusion using the capabilities approach. *European Journal of Special Needs Education*, 31(1), 1-12.
- Rodrigueza, C.C., & Garro-Gila, N. (2015). Inclusion and integration on special education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1323 – 1327.
- Ruijs, N. M., & Peetsma, T. T. D. (2009). Effects of inclusion on students with and without special educational needs reviewed. *Educational Research Review*, 4(2), 67-79.
- Sirlopú, D., González, R., Bohner, G., Siebler, F., Ordóñez, G., Millar, A., & De Tezanos-Pinto, P. (2008). Promoting positive attitudes toward people with Down

- syndrome: The benefit of school inclusion programs. *Journal of Applied Social Psychology*, 38(11), 2710–2736.
- Tomlinson, C., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C., Moon, T., Brimijoin, K., Conover, L., & Reynolds, T. (2004). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27 (2-3), 119-145.
- Waitoller, F. R., & Artiles, A. J. (2016). Teacher learning as curating: Becoming inclusive educators in school/university partnerships. *Teaching and Teacher Education*, 59, 360-371.
- Wandy, A. (2020). *STEM for Students with Blindness and Visual Impairments: Tenets of an Inclusive Classroom* (Unpublished Master's Theses). State University of New York, New York.
- Αγναντή, Β. (2018). *Διερευνώντας τις απόψεις των δασκάλων ειδικής αγωγής για το ρόλο του εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών* (Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Αξαρχλή, Γ., Βλαχάβα, Φ., & Μελετιάδης, Σ. (2021). Μαθαίνω ιστορία, τέχνη πολιτισμό εκτυπώνοντας σε 3D. *Open Schools Journal for Open Science*, 4(2), 1-11.
- Γιάννου, Κ. (2018). *Προσαρμογή και στήριξη μαθητών με προβλήματα όρασης στο γενικό σχολείο* (Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Δροσινού-Κορέα, Μ. (2020). *Εγχειρίδιο Ειδικής Αγωγής και αφηγήματα Εκπαίδευσης*. Πάτρα: Oportuna.
- Κακαργιά, Δ. (2018). *Εκπαιδευτική πολιτική και συνεκπαίδευση στην Ελλάδα. Η περίπτωση των μαθητών με προβλήματα όρασης* (Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.
- Κοντογούρη, Ε., & Κοτρέτσου, Σ. (2016). Μαθηματικά και Χημεία: Μια διαθεματική προσέγγιση με τη χρήση ΤΠΕ, 8th Conference on Informatics in Education 2016, Πειραιάς, 1-22.
- Λουκά, Β. (2016). *Διδασκαλία της Χημείας σε μαθητές με ειδικές ανάγκες σε τμήματα ένταξης* (Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.
- Μουταβελής, Α. (2017). Εφαρμογή των αρχών της Διαφοροποιημένης Παιδαγωγικής προσέγγισης στη σχολική τάξη. Στο Μ. Γελαστοπούλου & Α. Μουταβελής (Επιμ.), *Εκπαιδευτικό υλικό για την παράλληλη στήριξη και την ένταξη των μαθητών με αναπηρία ή/και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στο σχολείο* (σσ. 77-98). Αθήνα: ΙΕΠ.

Χιουρέα, Ο. (2013). Προβλήματα όρασης: πληροφορίες για τη φύση των ιδιαιτεροτήτων και εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην εκπαίδευση. Στο Γ. Αλεβίζος, Α. Βλάχου, Α. Γενά, Σ. Πολυχρονοπούλου, Σ. Μαυροπούλου, Α. Χαρούπιας & Ο. Χιουρέα (Επιμ.), *Εξειδικευμένη εκπαιδευτική υποστήριξη για ένταξη μαθητών με αναπηρία ή/και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες* (σσ. 226-256). Αθήνα: eYE.

Abstract

The present work studies the modification of an already implemented STEM didactic intervention of Chemistry, Mathematics and Informatics, so that it can be attended by a student with visual impairments. It is applied to students of Lyceum and concerns the teaching of conductivity and temperature change in aqueous solutions of acids, bases and salts, the consolidation of the basic concepts for the functions and their application and the development of robotic construction to solve specific problems that arise during the course. It explores the difficulties and benefits that arise from modifying the course and highlights the important role of technology.

Keywords: Special treatment, STEM, ICT in Education, Visual disabilities.