



**ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ  
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Συνεισφορά της χρήσης των ΤΠΕ στη διδασκαλία της χημείας. Επίδραση στη  
συμπερίληψη μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες»**

**ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:**

**Σπυρίδων Βήχος**

**ΟΝΟΜΑ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ:**

**Αριστοτέλης Γκιόλμας**

**ΟΝΟΜΑ Β' ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ:**

**Κωνσταντίνος Σκορδούλης**

**ΠΑΤΡΑ**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024**

## **Περίληψη**

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας, δίνοντας έμφαση στον ρόλο, στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής με βάση επιστημονικές μελέτες. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον ρόλο των ΤΠΕ όσο αφορά την συμπερίληψη μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκαν δημοφιλή ψηφιακά εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία της Χημείας. Ακολούθησε η εξειδίκευση της βιβλιογραφικής επισκόπησης στην περίπτωση της διαδικτυακής μάθησης, εξετάζοντας λεπτομερώς το ρόλο της. Τέλος, παρουσιάστηκε συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή με στόχο την ανάπτυξη ενός διδακτικού σεναρίου.

**Λέξεις κλειδιά:** ΤΠΕ, διδασκαλία Χημείας, μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, ειδική αγωγή, διαδικτυακές εφαρμογές

## **Abstract**

In the context of this thesis, a literature review was initially conducted on the use of ICT in the teaching of Chemistry, emphasizing the role, advantages and disadvantages of application based on scientific studies. Emphasis was placed on the role of ICT in the inclusion of pupils with special educational needs in the teaching of Chemistry. Then, popular digital tools that can be used in teaching chemistry were presented. This was followed by the specialization of the literature review in the case of online learning, examining its role in detail. Finally, a specific web application was presented that was implemented to develop a teaching scenario.

**Key Words:** ICTs, Chemistry teaching, students with special educational needs, special education, internet applications

# Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΠΕ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Ρόλος των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας.....	10
1.2. Πλεονεκτήματα χρήσης ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας.....	11
1.3. Τρωτά σημεία.....	12
1.4. ΤΠΕ και συμπερίληψη μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.....	13
1.4.1. Βιβλιογραφική επισκόπηση επίδρασης.....	13
1.4.1.1. Μαθητές με προβλήματα όρασης και ακοής.....	14
1.4.1.2 Μαθητές με Νοητική αναπηρία.....	15
1.4.1.3 Μαθητές με ΔΕΠ-Υ και Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες.....	15
1.4.1.4 Μαθητές με ΔΑΦ (Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος).....	16
1.4.2. Προκλήσεις.....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ .....</b>	<b>19</b>
2.1. Ανάπτυξη e-modules.....	19
2.2. Χρήση Εικονικών Εργαστηριακών Εφαρμογών .....	20
2.2.1. Phet.....	20
2.2.2. ChemCollective.....	21
2.3. Εφαρμογές χημικής σχεδίασης .....	22
2.3.1. ChemDraw .....	22
2.3.2. Jmol .....	24
2.3.3. Chem3D .....	25
2.3.4. ChemSketch .....	26
2.4. Χρήση κινούμενων βίντεο στη διδασκαλίας της Χημείας.....	27
2.4.1. PowerPoint.....	28
2.4.2. Filmora.....	28
2.4.3. Powtoon.....	29
2.4.4. Εφαρμογή Flash .....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕΣΩ ΤΠΕ .....</b>	<b>32</b>
3.1. Βασικές θεωρίες μάθησης.....	32
3.2 Η θεωρία του συμπεριφορισμού .....	32
3.3 Η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κonstrουκτιβισμού.....	33
3.4 Η θεωρία της ανακαλυπτικής ή διερευνητικής μάθησης.....	34

3.5 Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες και ΤΠΕ .....	35
4.1. Βασικά στοιχεία διαδικτυακής μάθησης .....	37
4.2. Υιοθέτηση διαδικτυακής μάθησης στην Χημεία .....	38
4.3. Η διαδικτυακή μάθηση βασισμένη στο μοντέλο της κοινότητας διερεύνησης για την ενίσχυση της μάθησης και της διδασκαλίας της Χημείας .....	39
4.4. Η διαδικτυακή μάθηση για την απόκτηση γνώσεων και την κατανόηση θεωριών και πρακτικών της Χημείας.....	41
4.5. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης κεφαλαίου.....	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....</b>	<b>46</b>
5.1. Βασική Φιλοσοφία Εφαρμογής.....	46
5.2. Διδακτικό Υλικό .....	47
5.3. Λειτουργικότητα Εφαρμογής.....	50
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ.....</b>	<b>62</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΩΔΙΚΑ.....</b>	<b>62</b>
Αρχική Σελίδα .....	62



## Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1 : Παράδειγμα e-module .....	19
Εικόνα 2 : Εργαλείο Phet .....	20
Εικόνα 3 : ChemCollective .....	22
Εικόνα 4 : ChemDraw (Πηγή : <a href="https://www.rdworltonline.com/perkinelmer-brings-chemdraw-software-to-the-cloud-enhancing-search-and-collaboration-workflows/">https://www.rdworltonline.com/perkinelmer-brings-chemdraw-software-to-the-cloud-enhancing-search-and-collaboration-workflows/</a> ) .....	23
Εικόνα 5 : Jmol .....	25
Εικόνα 6 : Chem3D.....	26
Εικόνα 7 : ChemSketch .....	27
Εικόνα 8 : Χρήση PowerPoint .....	28
Εικόνα 9 : Filmora.....	29
Εικόνα 10 : Powtoon.....	30
Εικόνα 11 : Εφαρμογή Flash.....	31
Εικόνα 12: Αρχική Σελίδα Εφαρμογής .....	50
Εικόνα 13: Ερώτηση χρήστη .....	50
Εικόνα 14: Σελίδα επεξήγησης τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής .....	51
Εικόνα 15: Σελίδα της πόλης των χημικών στοιχείων .....	51
Εικόνα 16: Σελίδα για Χλώριο .....	52
Εικόνα 17: Σελίδα για Ήλιο .....	52
Εικόνα 18: Σελίδα για Σίδηρο .....	53
Εικόνα 19: Σελίδα για Σκάνδιο .....	53
Εικόνα 20: Σελίδα για Ξένο .....	54
Εικόνα 21: Εισαγωγή στο βίντεο .....	56
Εικόνα 22: Ερωτήματα φύλου εργασίας 1.....	56
Εικόνα 23: Εισαγωγή στην απάντηση των ερωτημάτων .....	57
Εικόνα 24: Απάντηση στα ερωτήματα.....	57
Εικόνα 25: Συσχέτιση με καθημερινή ζωή .....	57
Εικόνα 26 Κύκλος αζώτου και άνθρακα.....	58

## Λίστα Πινάκων

<a href="#">Πίνακας 1: Πληροφορίες για Χλώριο</a> .....	47
<a href="#">Πίνακας 2: Πληροφορίες για Ήλιο</a> .....	48
<a href="#">Πίνακας 3: Πληροφορίες για Σκάνδιο</a> .....	48
<a href="#">Πίνακας 4: Πληροφορίες για Σίδηρο</a> .....	49
<a href="#">Πίνακας 5: Πληροφορίες για Ξένο</a> .....	49

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ψηφιακή εποχή είναι μια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς και τη διαμόρφωση του χαρακτήρα των μαθητών (Chatterjee et al., 2023). Πολλοί μαθητές αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία, και το Διαδίκτυο. Ένας εκπαιδευτικός είναι πλέον τεχνολογικά καταρτισμένος και μπορεί να σχηματίσει νέα μέσα ώστε να προσελκύσει περισσότερους μαθητές στο να εξερευνήσουν νέα γνωστικά αντικείμενα (Paul et al, 2018). Η μετάβαση από την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης 4.0 στην εποχή της Κοινωνίας 5.0, επιφέρει πολλές αλλαγές και προκλήσεις. Η εποχή της Κοινωνίας 5.0 μεταφέρει την έννοια της τεχνολογίας σε μια κοινότητα, που επικεντρώνεται σε ανθρώπους οι οποίοι συνεργάζονται επίσης με διάφορα τεχνολογικά συστήματα, που περιλαμβάνουν Τεχνητή Νοημοσύνη, IoT (Διαδίκτυο των πραγμάτων), και ρομποτική, όπου διαφορετικά είδη τεχνικών συστημάτων χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή, ειδικά σε κοινωνικά προβλήματα, τόσο εικονικά όσο και πραγματικά (Fukuyama, 2018, σ. 47-50) .

Τα κυριότερα ζητούμενα στην εκπαίδευση του 21<sup>ου</sup> αιώνα αποτελούν η προσβασιμότητα, η συμπερίληψη και η τυποποίηση ως προς την ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) από τα σύγχρονα εκπαιδευτικά ιδρύματα, δεν καλλιεργεί μόνο νέες τεχνολογικές δεξιότητες στους μαθητές, αλλά βελτιώνει την ποιότητα του παρεχόμενου εκπαιδευτικού έργου, ενθαρρύνοντας την κριτική ικανότητα, την αναλυτική σκέψη, την αυτοδιδασκαλία, την αναζήτηση δεδομένων και τη διδασκαλία μέσω ανοικτής συζήτησης. (Yuen, Law & Wong, 2003) . Επίσης είναι δυνατόν να ενισχύσει τη διαχείριση και τα αποτελέσματα σε τάξεις που περιλαμβάνουν μαθητές που ανήκουν σε ευπαθείς κοινωνικές ομάδες, καθώς και την ανάπτυξη σημαντικών ικανοτήτων στους μαθητές αυτούς (Sharma, 2003)

Η δυνατότητα που παρέχει η χρήση των ΤΠΕ σε διδάσκοντες και διδασκόμενους, να αποθηκεύουν, να ανασύρουν και να διαχειρίζονται δεδομένα, καθώς και η προώθηση της ενεργού και αυτορρυθμιζόμενης μάθησης, καθιστά την παρουσία της επιτακτική στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα. (Ali et al., 2013). Όσον αφορά στους μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, είναι κρίσιμο να ληφθεί υπόψη η διαφορετικότητα καθενός, και να επιδειχθεί η απαραίτητη ευρύτητα ώστε να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο που να εξυπηρετεί τις προσωποποιημένες ανάγκες κάθε μαθητή, με τη συνεισφορά των ΤΠΕ ως προς αυτό να είναι σημαντική. (Badilla-Quintana et al.,2020).



Σύμφωνα με αρκετές μελέτες, δεν είναι λίγοι οι μαθητές που θεωρούν το μάθημα της Χημείας δυσνόητο, δυσάρεστο και αφηρημένο. Αυτό οφείλεται εν πολλοίς, στο γεγονός ότι το αντικείμενο μελέτης είναι ο μικρόκοσμος, για τον οποίο οι μαθητές δεν έχουν μία εμπειρική εικόνα, όπως για ένα ζήτημα μηχανικής, λ.χ η ολίσθηση ενός σώματος. Επίσης δυσάρεστο μπορεί να είναι το εύρος της ορολογίας που πρέπει κανείς να απομνημονεύσει (σύμβολα χημικών στοιχείων, κανόνες ονοματολογίας, γραφή χημικών τύπων και χημικών αντιδράσεων) προκειμένου να μπορέσει να κατανοήσει και να επικοινωνήσει σ' αυτή τη «νέα γλώσσα».

Από την άλλη, το μεγάλο πλεονέκτημα που διαθέτει ο εκπαιδευτικός της Χημείας είναι ότι καλείται να επικοινωνήσει ένα γνωστικό αντικείμενο που βρίθκει εφαρμογών σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής, από τη φωτοσύνθεση, τη μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι, έως την καύση των υδρογονανθράκων, την αλλοίωση των τροφίμων, το φωτοχημικό νέφος και την κυτταρική αναπνοή. Επίσης, η επιστήμη της Χημείας αποτελεί γέφυρα ανάμεσα σε άλλες επιστήμες όπως η Φυσική, η Βιολογία και η Γεωλογία. Όλα τα προηγούμενα αφήνουν μεγάλα περιθώρια για να κεντρίσει κανείς το ενδιαφέρον των μαθητών και να διαμορφώσει ένα περιβάλλον μεγαλύτερης δεκτικότητας και άρσης της αρνητικής προδιάθεσης από την πλευρά τους. Ως προς αυτό, πολλά θα μπορούσε να συνεισφέρει η χρήση των ΤΠΕ, που μπορεί να προσφέρει τα κατάλληλα μέσα, ώστε να αναπτυχθεί εκπαιδευτικό υλικό, ελκυστικό και αποτελεσματικό, ειδικά στις νέες γενιές μαθητών, των οποίων η καθημερινότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις νέες τεχνολογίες.

Στην ψηφιακή εποχή, κανείς δεν μπορεί να διαχωριστεί από τον όρο τεχνολογία. Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί Χημείας προσαρμόζονται στις ανάγκες της εποχής αναλαμβάνοντας την πρωτοβουλία να χρησιμοποιήσουν τις ΤΠΕ ως υλικό ανάπτυξης μέσων και να εμπλουτίσουν το μάθημα τους με τρόπο που να ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντά των μαθητών. Για παράδειγμα, με τη χρήση χημικών εφαρμογών όπως ChemDraw, Chem3D, Jmoll, και Chem Sketch. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική πραγματικότητα, είναι ένας σημαντικός τρόπος για την επίτευξη μαθησιακών στόχων. Είναι εξαιρετικά χρήσιμο να εμπλουτίζεται το οπλοστάσιο των εκπαιδευτικών για την αύξηση της αποτελεσματικότητας της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της ενίσχυσης της διάθεσης των μαθητών να ανακαλύψουν νέες πτυχές της επιστημονικής γνώσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΠΕ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

### 1.1. Ρόλος των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας

Η μελέτη των φυσικών επιστημών και κατ' επέκταση της Χημείας περιλαμβάνει αφ' ενός μεν την εντρύφηση στα θεωρητικά δεδομένα (θεωρίες, νόμοι, αρχές), αφ' ετέρου την εξεύρεση ενός προβλήματος, τη σαφή διατύπωση του, το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή μιας πειραματικής διαδικασίας και τέλος την ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της πληροφορίας στην εποχή της κοινωνίας 5.0 επέφερε σημαντικές αλλαγές στη διδασκαλία της Χημείας, ενισχύοντας την αντίληψη ότι η τελευταία θα είναι πιο αποτελεσματική, συνεργατική, καινοτόμος και ενεργή εφόσον ενσωματώνει την πρόοδο της τεχνολογίας και της πληροφορίας, προκειμένου να αυξηθεί το ενδιαφέρον και ο βαθμός ενεργοποίησης των μαθητών (Dewi et al, 2022).

Η διδασκαλία ενός γνωστικού αντικείμενου εξαρτάται εν πολλοίς από τις ιδιαιτερότητες του. Μια ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία πάνω στο αντικείμενο της Χημείας, προϋποθέτει, ένα σύνθετο συνδυασμό θεωρητικής, πειραματικής και φυσικής παρατήρησης των προς μελέτη φαινομένων. Η ενασχόληση με τη Χημεία, παρουσιάζει δυσκολίες τόσο από την πλευρά των μαθητών όσο και από εκείνη των εκπαιδευτικών. Οι μεν πρώτοι δυσκολεύονται να κατανοήσουν επιστημονικές αλλά και πρακτικές πτυχές της, όμως και οι διδάσκοντες είναι επιφορτισμένοι με το απαιτητικό έργο της αποσαφήνισης θεμάτων όπως η χημική ισορροπία, ο χημικός δεσμός, οι χημικές αντιδράσεις, τα ατομικά τροχιακά και η ατομική δομή. (Acar & Tarhan,2008) και (Eticha & Ochoogor,2015) όπως αναφέρεται στο Aldosari et al., (2021).

Για αρκετά χρόνια διεξήχθησαν μελέτες για να εξακριβωθούν τα αίτια των δυσκολιών στην κατανόηση χημικών εννοιών, οι οποίες κατέληξαν ότι κύρια αιτία αποτελούν οι αφηρημένες έννοιες και η έλλειψη απτής εμπειρίας όσον αφορά στη δομή της ύλης. (De Quadros et al.,2011) και (Osman & Sukor,2013).

Ένα άλλο ζήτημα που οι εκπαιδευτικοί καλούνται να επιλύσουν σε τάξεις μεικτής ικανότητας, είναι η διαχείριση και η κινητοποίηση μαθητών που είτε απλώς εμφανίζουν δυσκολία στην κατανόηση σύνθετων και αφηρημένων εννοιών, είτε έχουν πιο σοβαρές μαθησιακές δυσκολίες. Με βάση αρκετές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η ένταξη των ΤΠΕ στη φαρέτρα των εκπαιδευτικών μέσων που αξιοποιούνται κατά τη διδασκαλία, αυξάνουν το ενδιαφέρον των μαθητών και βοηθούν στη συμπερίληψη εκείνων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Στη συνέχεια

της εργασίας, θα παρουσιαστούν περιπτώσεις χρήσης εργαλείων ΤΠΕ στην διδασκαλία της Χημείας.

## **1.2. Πλεονεκτήματα χρήσης ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας**

**Διαδραστική μαθησιακή εμπειρία :** Οι ψηφιακοί πόροι προσφέρουν διαδραστικά στοιχεία που επιτρέπουν στους μαθητές να ασχοληθούν άμεσα με κάθε ζήτημα, όπως κινούμενα σχέδια, προσομοιώσεις και κουίζ. Η βαθύτερη κατανόηση και η εμπέδωση της έννοιας προωθούνται από αυτές τις διαδραστικές αλληλεπιδράσεις. (Bellou et.al,2018)

**Οπτικοποιήσεις και προσομοιώσεις :** Οι απεικονίσεις και οι προσομοιώσεις διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στην εκπαίδευση των μαθητών στη Χημεία. Ο διαδικτυακός εξοπλισμός αξιοποιεί αυτές τις πτυχές για να βοηθήσει τους μαθητές να απεικονίσουν αφηρημένες έννοιες που σχετίζονται με το μικρόκοσμο, όπως λ.χ. ο χημικός δεσμός, να κατανοήσουν σύνθετες χημικές διεργασίες, όπως οι οργανικές αντιδράσεις και να αντιληφθούν καλύτερα, φαινόμενα που σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, θα ήταν δύσκολο να προσεγγιστούν μόνο μέσω συνηθισμένων στρατηγικών. (Aldosari et al,2021)

**Εικονικά εργαστήρια :** Η προσβασιμότητα των ψηφιακών εργαστηρίων είναι εξαιρετική δυνατότητα του διαδικτυακού εξοπλισμού. Οι μαθητές μπορούν να διεξάγουν πειράματα, να χειρίζονται μεταβλητές και να εξετάζουν τα αποτελέσματα σε αυτούς τους ψηφιακούς χώρους χωρίς να περιορίζονται από τυχόν ελλείψεις ή περιορισμένη προσβασιμότητα σε φυσικό εργαστηριακό εξοπλισμό. Τα εικονικά εργαστήρια προσφέρουν μια ασφαλή εναλλακτική λύση και, στο μέτρο του δυνατού, ενθαρρύνουν πρακτικές δεξιότητες και ευαισθητοποιούν τους μαθητές ως προς την επιστημονική έρευνα. Όπως αναφέρεται στο Aldosari et al, (2021), πολλές έρευνες έχουν διεξαχθεί πάνω στην οπτική και την ανταπόκριση των μαθητών στη χρήση προσομοιώσεων και εργαστηρίων εικονικής πραγματικότητας. Για παράδειγμα, όπως αναφέρει το ίδιο άρθρο η μελέτη των Pyatt and Sims, κατέδειξε ότι οι μαθητές είχαν θετική στάση απέναντι στη χρήση προσομοιώσεων και εικονικών εργαστηρίων, καθώς είχαν περισσότερες ευκαιρίες να διαχειριστούν και να καθορίσουν οι ίδιοι τις μεταβλητές του πειράματος, σε αντίθεση με το φυσικό εργαστήριο.

**Ευκαιρίες συνεργατικής μάθησης :** Τα διαδικτυακά εργαλεία διευκολύνουν τη συνεργασία των μαθητών και των εκπαιδευτικών, προωθώντας την ενεργό συμμετοχή και τη μάθηση. Οι μαθητές μπορούν να ανταλλάξουν ιδέες, να συνεργαστούν για την επίλυση προβλημάτων και να αυξήσουν

την αλληλεπίδραση μεταξύ τους μέσω κοινών εμπειριών, αξιοποιώντας μέσα όπως φόρουμ συζήτησης και διαδικτυακές κοινότητες σε ομαδικές εργασίες (Dori et al, 2023).

### **1.3. Τρωτά σημεία**

**Περισπασμός :** Ψηφιοποίηση σημαίνει άνοιγμα απεριόριστης πρόσβασης σε πολλαπλούς πόρους και πηγές πληροφοριών, και ως εκ τούτου, είναι δυνατό να αποσπαστεί η προσοχή από το θέμα. (Wohlfart et al,2023)

**Υπερβολικός αντίκτυπος :** Η υπερβολική και ακατάλληλη χρήση μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές σε μια καταναγκαστική σχέση με την τεχνολογία, αδυναμία ελέγχου της χρήσης της και, κατά συνέπεια, να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, την κοινωνική, οικογενειακή και ακαδημαϊκή ζωή του μαθητή, εθισμό, απώλεια παραγωγικών ωρών ακόμα και ψυχοπαθολογικά συμπτώματα (Gracia et al., 2002) και (Kilic et al., 2016) όπως αναφέρεται στην επισκόπηση των Vázquez-Cano et al.,(2022)

**Μείωση της ανθρώπινης επαφής :** Με την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, η μαθησιακή διαδικασία γίνεται πιο απομακρυσμένη και η φυσική σχέση με τους δασκάλους και τους συμμαθητές μειώνεται. Κατά συνέπεια, μειώνοντας την ανθρώπινη επαφή, η απομόνωση μπορεί να εμφανιστεί και να αποτελέσει εμπόδιο στην προσωπική ανάπτυξη των μαθητών. (Vázquez-Cano et al.,2022)

**Περιορισμός της ανάπτυξης άλλων δεξιοτήτων :** Πρακτικές όπως η γραφή, η δημόσια ομιλία και η συλλογιστική μπορούν να ακυρωθούν από την ευρεία υιοθέτηση της ψηφιοποίησης στα εκπαιδευτικά ιδρύματα, καθώς πολλοί μαθητές έχουν την τάση να παραμελούν τα υπόλοιπα μαθησιακά μέσα. (Mathevula et al.,2014)

**Επιφανειακή κατανόηση :** Πολλές φορές εξαιτίας των σύντομων παρουσιάσεων που προσφέρονται μέσω των τεχνολογικών μέσων, κατανοούν επιφανειακά τα προς εξέταση ζητήματα, ενώ πολλές φορές αντιγράφουν σύντομες παρουσιάσεις από το διαδίκτυο (Mathevula et al.,2014)

**Χρήση προσωπικών δεδομένων :** Η έλλειψη γνώσης σχετικά με τους κινδύνους του εγκλήματος στον κυβερνοχώρο μπορεί να εκθέσει ακούσια τα δεδομένα των μαθητών, ειδικά εάν είναι ανήλικοι. Για τον λόγο αυτό, τα εκάστοτε ψηφιακά εργαλεία, τα οποία χρησιμοποιούνται, ειδικά

αν πρόκειται για διαδικτυακές εφαρμογές, θα πρέπει να διασφαλίζουν την προστασία των προσωπικών δεδομένων των μαθητών.

**Ενίσχυση του εκφοβισμού :** Ένα πολύπλοκο θέμα που πρέπει να αντιμετωπιστεί και ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους είναι ο εκφοβισμός. Η έλλειψη φυσικής επαφής, μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη αυτοπεποίθηση και κατάχρηση διαδικτυακών εργαλείων και πλατφορμών, γεγονός που μπορεί να εντείνει καταστάσεις ψηφιακού εκφοβισμού.

#### **1.4. ΤΠΕ και συμπερίληψη μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες**

##### **1.4.1. Βιβλιογραφική επισκόπηση επίδρασης**

Οι Omiko, Igwe και Ukra, (2017) τονίζουν ότι οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να διασφαλίζουν τη χρήση μιας αποτελεσματικής προσέγγισης στην τάξη που θα δίνει σε κάθε μαθητή την ευκαιρία να συμμετέχει και να ελέγξει το επίπεδο στο οποίο έχει αφομοιώσει τη διδαχθείσα ύλη. Τονίστηκε ότι η υποστηριζόμενη από υπολογιστή διδασκαλία βοηθά στην άμβλυνση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών μειώνει τα εμπόδια, αυξάνει το κίνητρο, καλλιεργεί την αίσθηση της αποδοχής από τους συνομηλίκους και προωθεί τη συμμετοχή στην τάξη. Κατά τον Bharathy (2015), η εισαγωγή των υπολογιστών στη διδασκαλία της χημείας σε ανώτερες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αποκάλυψε μια σημαντική επίδραση των υποβοηθούμενων από υπολογιστή οδηγιών στην απόδοση του μαθητή τόσο σε δημόσια όσο και σε ιδιωτικά σχολεία.

Η μελέτη που διεξήχθη σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες σχετικά με το μάθημα της Χημείας στο Σεράγεβο της Βοσνίας και Ερζεγοβίνης (Zejnlagić-Hajrić et al., 2015), έδειξε ότι υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες για τους μαθητές αυτούς στο να λάβουν αποτελεσματικά μέρος στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επίσης, η έρευνα σχετικά με τα αποτελέσματα της προσέγγισης διδασκαλίας προσομοίωσης με βάση τον υπολογιστή σχετικά με τα επιτεύγματα των μαθητών στη Χημείας σε τάξεις δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Κένυα (Mihindo et al, 2017), κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι προσομοιώσεις με βάση τον υπολογιστή έχουν θετική και σημαντική συμβολή στην κατανόηση των εννοιών και αρχών της Χημείας και βελτιώνουν την απόδοση των μαθητών, καθώς οι τελευταίοι επέδειξαν αυξημένο κίνητρο και ενασχόληση με το μάθημα.

Τέλος, σε έρευνα που διεξήχθη σε δημόσιο σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Σαουδικής Αραβίας, με τη χρήση εικονικού χημικού εργαστηρίου με τηλεχειριστήριο ανίχνευσης

χειρονομιών, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να πειραματιστούν τόσο σε μακροσκοπικό επίπεδο, ρυθμίζοντας τις συνθήκες, όσο και σε μικροσκοπικό επίπεδο, να παρατηρήσουν μοριακές αλληλεπιδράσεις, τη διάσπαση χημικών δεσμών και το σχηματισμό νέων. Η έρευνα κατέδειξε αύξηση τόσο στο ενδιαφέρον όσο και στο βαθμό κατανόησης των μαθητών καθώς η οπτικοποίηση σε μικροσκοπικό επίπεδο και η τεχνολογία ανίχνευσης χειρονομιών, συνέτειναν στη δημιουργία μιας πιο ρεαλιστικής εργαστηριακής εμπειρίας πλησιέστερης στο φυσικό εργαστήριο. (Shaykhah et al, 2021)

#### **1.4.1.1. Μαθητές με προβλήματα όρασης και ακοής**

Οι υπολογιστές είναι μαθησιακά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση αφηρημένων εννοιών της χημείας με τη μορφή βίντεο. Ο υπολογιστής έχει αναγνωριστεί ως το καλύτερο εργαλείο διδασκαλίας για μια τάξη χωρίς αποκλεισμούς. Η σημασία του καθίσταται ακόμα πιο μεγάλη για παιδιά με οπτικές και ακουστικές αναπηρίες. Έχει χρησιμοποιηθεί από τυφλούς και άτομα με μερική όραση για να βοηθήσει στην αύξηση της ανεξάρτητης μάθησης και να ενισχύσει την κοινωνική τους ένταξη, την ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων. Σύμφωνα με τον Alnahdi (2014) η διδασκαλία με βάση τον υπολογιστή συμβάλλει στην κατανόηση των χημικών εννοιών και θα μπορούσε να βελτιώσει σημαντικά την επίδοση των μαθητών. Η διεξαγόμενη μελέτη σχετικά με την υποβοηθητική τεχνολογία στην ειδική αγωγή και εκπαίδευση και το σχεδιασμό της συμπεριληπτικής μάθησης αποκάλυψε ότι η τεχνολογία βοηθά τους μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες να βελτιώσουν την επίδοσή τους σε εκπαιδευτικά καθήκοντα, τη συμβολή τους στις συζητήσεις στην τάξη και τους βοηθά να επιτύχουν ακόμα και σε πιο απαιτητικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Ωστόσο, οι φορητοί υπολογιστές και άλλες βοηθητικές τεχνολογίες που απαιτούνται για να αναβαθμίσουν την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας σε μαθητές με προβλήματα όρασης είναι πολύ δαπανηρές για πολλούς μαθητές με χαμηλό οικονομικό επίπεδο.

Επίσης συλλογή και επεξεργασία ποιοτικών στοιχείων από ερωτηματολόγια σε εκπαιδευτικούς και δείγμα μαθητών ανάμεσα στους οποίους και άτομα με προβλήματα όρασης και ακοής (Nsabayezu et al., 2022) οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η χρήση υπολογιστή υποστηρίζει σημαντικά μαθητές με τέτοιου είδους αναπηρίες να έχουν καλύτερη πρόσβαση στη διδασκαλία της Χημείας, δίνοντας τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να μεταφέρουν πιο αποτελεσματικά τις επιστημονικές έννοιες και στους μαθητές να τις ανακαλύψουν και να αναζητήσουν άλλες

σχετικές έννοιες. Ωστόσο οι ελλείψεις στη διαθεσιμότητα υπολογιστών και στην εξειδίκευση του διδακτικού προσωπικού, αναδείχθηκαν ως προκλήσεις για το μέλλον.

#### **1.4.1.2 Μαθητές με Νοητική αναπηρία**

Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη συμβολή της ψηφιακής τεχνολογίας στην εκπαίδευση μαθητών με αναπηρίες στις φυσικές επιστήμες, (Ιατράκη,2019) επτά μελέτες σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με νοητική αναπηρία, αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας (κινούμενα 3-D γραφικά, ψηφιακές πλατφόρμες) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στόχος των μελετών ήταν να διερευνήσουν την επίδοση των μαθητών ως προς την κατανόηση πληροφοριακού κειμένου σχετιζόμενου με τις φυσικές επιστήμες, τα επίπεδα αφομοίωσης του γνωστικού περιεχομένου και της εμπέδωσης της γνώσης από τους μαθητές, με τη χρήση μεθόδων διδασκαλίας κατάλληλων για τη νοητική αναπηρία. Πρόκειται για μεθόδους διδασκαλίας όπως της χρονικής καθυστέρησης, διδασκαλία τεχνικής ανάλυσης έργου, ανατροφοδότησης και ενίσχυσης. Συγκριτικά με την παραδοσιακή διδασκαλία, παρατηρήθηκε ενίσχυση στις δεξιότητες ανεξαρτησίας και ανάληψης πρωτοβουλιών, ενώ μαθητές Λυκείου με νοητική αναπηρία επέδειξαν αυξημένη παραμονή στο έργο και κατανόηση κειμένου σχετιζόμενου με τις φυσικές επιστήμες. Δεδομένων των ρυθμών μάθησης και των χαρακτηριστικών αντίληψης των μαθητών και φοιτητών με νοητική αναπηρία, η συμπληρωματική ένταξη της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία, αυξάνει το επίπεδο εγκαθίδρυσης της γνώσης, δημιουργώντας ταυτόχρονα συνθήκες κατάλληλες για επανάληψη, γεγονός που επιδρά ευεργετικά στις μνημονικές δεξιότητες των μαθητών. (McMahon ,2016).

#### **1.4.1.3 Μαθητές με ΔΕΠ-Υ και Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες**

Σε τρεις μελέτες κατά τις οποίες εφαρμόστηκε διδασκαλία ακαδημαϊκού περιεχομένου σε μαθητές με ΔΕΠ-Υ (Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας) μέσω της τεχνολογίας, καταγράφηκε ενίσχυση των δεξιοτήτων της αυτονομίας και της επικοινωνίας, αυξήθηκε η ικανότητα συγκέντρωσης προσοχής και παρατηρήθηκε αντίστοιχα άμβλυνση των χαρακτηριστικών του συνδρόμου (υπερκινητικότητα, διάσπαση προσοχής, παρορμητικότητα) ενώ βελτιώθηκε και η επίδοση των μαθητών αυτών σε ακαδημαϊκές δεξιότητες, ανάμεσα στις οποίες και η μελέτη των φυσικών επιστημών. Τέλος, η χρήση της τεχνολογίας συνέτεινε στην καλύτερη προδιάθεση των μαθητών έναντι του ακαδημαϊκού περιεχομένου, με αποτέλεσμα να διατηρηθεί το ενδιαφέρον τους σε πολύ υψηλότερα επίπεδα για το μεγαλύτερο μέρος του μαθήματος (Ιατράκη,2019).

Σύμφωνα με την ίδια βιβλιογραφική ανασκόπηση (Ιατράκη,2019), η εισαγωγή ΤΠΕ στις αίθουσες διδασκαλίας των φυσικών επιστημών ενίσχυσε την προώθηση ουσιαστικής μάθησης. Η μελέτη των Terrazas-Arellanes (2018) στην τυχαίοποιημένη δοκιμασία 2.303 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε 13 σχολεία δύο διαφορετικών χωρών κατέδειξαν αποτελεσματική ενίσχυση στη γνώση ΦΕ ανάμεσα σε όλες τις ομάδες μαθητών. Η δυνατότητα εξατομίκευσης που παρέχει η χρήση ψηφιακών διδακτικών μέσων, επιτρέπει στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, την ελάφρυνση του γνωστικού φορτίου στην εργαζόμενη μνήμη, τη γρήγορη πρόσβαση σε πόρους και εργαλεία, την ελαχιστοποίηση του χρόνου για αναζήτηση απαντήσεων, αυξάνοντας έτσι το διαθέσιμο χρόνο για ανάλυση και εμπέδωση των εννοιών των φυσικών επιστημών. Τέλος αυξάνει το κίνητρο τους για αύξηση του χρόνου παραμονής στο έργο.

#### **1.4.1.4 Μαθητές με ΔΑΦ (Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος)**

Οι μαθητές με ΔΑΦ, εμφανίζουν ελλείμματα στην επικοινωνία, την κοινωνική αλληλεπίδραση, τη δημιουργική φαντασία και τη συμβολική σκέψη. Η απουσία βλεμματικής επαφής παρεμποδίζει την ανάπτυξη γλωσσικών και κοινωνικών δεξιοτήτων και σε συνδυασμό με τη δυσκολία στην έκφραση συναισθημάτων και την κατανόηση των συναισθημάτων των άλλων, περιορίζει τη δημιουργία σχέσεων. Επίσης, εμφανίζουν αδυναμίες ως προς τη χρήση και κατανόηση λεκτικής και μη επικοινωνίας ( αλλαγή τόνου φωνής, στάση σώματος, εκφράσεις προσώπου) αλλά και ως προς την ευελιξία της σκέψης, επιδεικνύοντας εμμονική προσκόλληση σε ρουτίνες, αντικείμενα ή πράξεις. Είναι χαρακτηριστική η αδυναμία να γενικεύσουν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις τους σε διαφορετικό περιβάλλον. (Παναγοπούλου, 2024). Όπως συνάγεται και από τα προηγούμενα, οι μαθητές με ΔΑΦ αντιμετωπίζουν δυσκολία στην κατανόηση ακαδημαϊκού περιεχομένου φυσικών επιστημών, εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας προαπαιτούμενων βασικών γνώσεων σε συνδυασμό και με τις δυσκολίες στην κατανόηση της αφηρημένης γλώσσας.

Παρόλ' αυτά, με τον όρο «φάσμα» περιγράφεται ένα εύρος στο επίπεδο νοητικών ικανοτήτων και επιδεκτικότητας στη μαθησιακή διαδικασία. Κάποιοι από τους μαθητές με ΔΑΦ παρουσιάζουν υψηλότερες δεξιότητες αντίληψης και ομιλίας, ενώ άλλοι εμφανίζουν οξυμένα ζητήματα νοημοσύνης και επικοινωνίας.

Στην πρώτη περίπτωση, είναι σημαντική η ενίσχυση των μαθητών στις επικοινωνιακές και κοινωνικές τους ανάγκες, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εστίαση θα πρέπει να στραφεί στη διαφοροποίηση του μαθησιακού περιβάλλοντος και η προσαρμογή του στις μαθησιακές δυνατότητες των μαθητών, ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στην κάλυψη του αναλυτικού



προγράμματος και τις εξατομικευμένες εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών (ΙΕΠ,2015). Η ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να συνεισφέρει και στις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις μαθητών με ΔΑΦ. Στην πρώτη περίπτωση, στα πλαίσια της διερευνητικής μάθησης, μέσω της ενθάρρυνσης για τη δημιουργία ομάδων με συμμαθητές που θα ενισχύσουν τις κοινωνικές δεξιότητες τους. Στη δεύτερη περίπτωση, η χρήση ΤΠΕ, μπορεί να συνεισφέρει στην ιδιωτικότητα του μαθητή που μπορεί να εργασθεί με το δικό του ρυθμό, χωρίς την έκθεση στην κρίση των συμμαθητών που είναι ιδιαίτερος δυσάρεστη σε μαθητές με ΔΑΦ. Επίσης, η δυνατότητα για συνεχή επανάληψη μίας ρουτίνας και η αποτύπωση των δεδομένων μέσω έντονων γραφημάτων, προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές με ΔΑΦ να οργανώσουν πιο αποτελεσματικά τη σκέψη τους.(Παναγοπούλου, 2024)

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών όπως της Χημείας, εκτός από αναγκαία σε μία εποχή με αλματώδη επιστημονική πρόοδο, συνεισφέρει στην ανάπτυξη νέων ενδιαφερόντων, γνώσεων και δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες πέραν των στενών ορίων του σχολείου, στην καθημερινή ζωή των μαθητών και μελλοντικών πολιτών μίας σύγχρονης κοινωνίας. Καλλιεργεί την κριτική σκέψη, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την ικανότητα συγκέντρωσης τους. Υπό αυτό το πρίσμα, σύμφωνα με τους Spooner, Knight, Browder, & Smith, (2012) είναι απαραίτητη και για τους μαθητές με ΔΑΦ, καθώς εκτός των προηγούμενων, ευνοούν, τη συνεργασία, τη συζήτηση αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων με άλλους και το ενδιαφέρον για μάθηση σε εξωσχολικά περιβάλλοντα, δεξιότητες που θα έχουν ευεργετικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των μαθητών με αυτισμό.

Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της Ιατράκη (2019) παρουσιάστηκαν μελέτες με συμμετοχή μαθητών με αυτισμό ηλικίας 9-15 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας συνέβαλε στην ανάπτυξη νοητικών λειτουργιών, όπως αντίληψη, προσοχή και μνήμη, επιτρέποντας παράλληλα τροποποιήσεις περιεχομένου βάσει των εξατομικευμένων αναγκών των μαθητών. Σε άλλη μελέτη (Bossavit & Parsons, 2018, όπ. Αναφ στο Ιατράκη 2019), οι μαθητές ανέπτυξαν συμπεριφοριστικές δεξιότητες (παραμονή στο έργο, αφοσίωση, ενθουσιασμό και ενδιαφέρον για το παιχνίδι, συγκέντρωση) και κοινωνικές δεξιότητες συνεργασίας και ανταγωνισμού στο πλαίσιο του παιχνιδιού. Τέλος, στη μελέτη των McMahon και συνεργατών (2016) σε φοιτητές με ΔΑΦ όπως και σε προαναφερόμενη μελέτη για τη νοητική αναπηρία, η χρήση εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για τη διδασκαλία λεξιλογίου Βιολογίας, ανέδειξε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς οι μαθητές φαίνεται να βελτίωσαν ακαδημαϊκές

δεξιότητες καθορισμού και επισήμανσης όρων Φυσικών Επιστημών σε κάθε συστηματική εφαρμογή διδασκαλίας.

### **1.4.2. Προκλήσεις**

Η έρευνα των Adebisi και συνεργατών (2015) αποκάλυψε ορισμένες προκλήσεις της χρήσης υπολογιστών στα πλαίσια τάξεων χωρίς αποκλεισμούς, όπως η έλλειψη αρκετών υπολογιστών, η έλλειψη κατάρτισης των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διδασκαλία μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, καθώς και της έλλειψης ατομικής υποστήριξης των μαθητών. Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε επίσης ότι οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες πρέπει να εκπαιδεύονται στη χρήση υπολογιστών και να διαθέτουν δεξιότητες για την ανάπτυξη των ικανοτήτων τους στην αξιοποίηση των ΤΠΕ. Το ανεπαρκώς εκπαιδευμένο προσωπικό και η έλλειψη ειδικής υποστήριξης, συμπεριλαμβανομένων των υπολογιστών, ήταν επίσης μεταξύ των προκλήσεων που διαπιστώθηκαν κατά τη διεξαγωγή της μελέτης του Jennings (2007) σχετικά με την αντιμετώπιση της ποικιλομορφίας στην προετοιμασία των εκπαιδευτικών των Ηνωμένων Πολιτειών (ΗΠΑ). Οι προτεινόμενες πιθανές λύσεις σε αυτές τις προκλήσεις περιλαμβάνουν την παροχή έξυπνων υπολογιστών και ακουστικών σε τάξεις χωρίς αποκλεισμούς, λαμβάνοντας υπόψη τις ατομικές διαφορές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και της μάθησης.

Σε μία ακόμη μελέτη, (Bagon et al, 2018) οι ερευνητές έδειξαν ότι η διαθεσιμότητα και η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών είναι ανεπαρκείς και εμποδίζουν τη χρήση υπολογιστών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Μερικοί από αυτούς είπαν ότι όταν χρησιμοποιούν τον υπολογιστή, οι μαθητές μπορούν να απαιτήσουν επιπλέον χρόνο για να οργανώσουν τις συσκευές τους. Για να μετριαστούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν, προτάθηκε εκτός από την παροχή υπολογιστών και ακουστικών σε τάξεις χωρίς αποκλεισμούς, η ενίσχυση της κατάρτισης των εκπαιδευτικών ώστε η χρήση των ΤΠΕ να μην αφαιρεί πολύτιμο χρόνο από την ουσιαστική μάθηση. Τα αποτελέσματα υποστηρίζονται από τη θεωρία της γνωστικής μάθησης, όπου η ανθρώπινη γνώση είναι εξειδικευμένη για την αντιμετώπιση λεκτικών και μη λεκτικών αντικειμένων και γεγονότων, καθώς υπάρχει μια αναφορική σύνδεση που συνδέει τις λεκτικές και μη λεκτικές ενδείξεις, με την οποία η θεωρία της μάθησης βοηθά τους μαθητές να οργανώσουν και να ενσωματώσουν γνώσεις από σύνθετα, και δυναμικά οπτικοακουστικά μέσα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΠΕ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

### 2.1. Ανάπτυξη e-modules

Η διαδικασία ανάπτυξης e-modules (ηλεκτρονικές ενότητες) (Fibonacci et al.,2021) περιλαμβάνει προγράμματα και λογισμικό όπως το Microsoft Office, το Adobe Photoshop, το Flipbook Maker Pro4, το Quiz Creator, το CorelDraw, το Flash Player, και το Camtasia. Η έξοδος ενός e-module έχει τη μορφή ψηφιακού αρχείου βιβλίου. Περιέχει στην περίπτωση αυτή χημικό περιεχόμενο με τις επεκτάσεις αρχείων exe και swf. Αυτό το διαδραστικό προϊόν πρέπει να περάσει από διάφορα στάδια δοκιμών, δηλαδή μια δοκιμή σκοπιμότητας (επικύρωση) από εμπειρογνώμονες μέσω και υλικών και δοκιμές σε μαθητές. Επιπλέον τα e-modules εκμάθησης χημείας οργανώνονται με βάση τις βασικές ικανότητες κάθε επιπέδου εκπαίδευσης.



*Εικόνα 1 : Παράδειγμα e-module*

Ένα e-module είναι εξοπλισμένο με διάφορα στοιχεία διδακτικού υλικού, όπως εικόνες, βίντεο / κινούμενα σχέδια και κουίζ, καθώς και διαδραστικά χαρακτηριστικά ώστε να προσελκύσει την προσοχή και τη δημιουργικότητα των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν γρήγορα να μάθουν και να εφαρμόσουν το υλικό στο σχολείο. Επιπλέον, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιούν τα e-modules ανεξάρτητα για αυτοδιδασκαλία στο σπίτι. Τα e-modules χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατο διδακτικού υλικού (όπως φύλλα εργασίας) στη διδασκαλία της χημείας με βάση μοντέλα μάθησης βασισμένα στις ΤΠΕ. Οι ηλεκτρονικές ενότητες είναι ηλεκτρονικό διδακτικό υλικό που μπορεί να μεταφορτωθεί ηλεκτρονικά σε ορισμένους

ιστότοπους. Οι ηλεκτρονικές ενότητες είναι σχεδόν ίδιες με τα εγχειρίδια σπουδαστών γενικά, με τη διαφορά ότι τα εγχειρίδια σπουδαστών είναι βιβλία με τη μορφή εκτυπώσεων. Ταυτόχρονα, οι ηλεκτρονικές ενότητες είναι υλικά για τα οποία υπάρχει πρόσβαση μέσω του διαδικτύου και μπορούν να προσεγγιστούν οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Οι ηλεκτρονικές ενότητες θεωρούνται πολύ πρακτικές επειδή η πρόσβαση είναι πολύ εύκολη, ειδικά στην εκμάθηση χημείας. Οι μαθητές δε χρειάζεται να ασχοληθούν με την αναζήτηση αναφορών. Οι εκπαιδευτικοί συνήθως διανέμουν αυτές τις ηλεκτρονικές ενότητες στους μαθητές τους μέσω των ομάδων Whatsapp της αντίστοιχης τάξης τους ή στη σελίδα του Google Drive, έτσι ώστε οι μαθητές μέσω των συσκευών τους να έχουν πρόσβαση σε αυτές ανά πάσα στιγμή.

## 2.2. Χρήση Εικονικών Εργαστηριακών Εφαρμογών

### 2.2.1. Phet

Το Phet (Perkins et al., 2006) είναι μια εικονική εργαστηριακή εφαρμογή που έχει πρόσβαση μέσω του διαδικτύου σε ορισμένους ιστοτόπους. Αυτή η εφαρμογή, όπως απεικονίζεται και στην εικόνα 2, διευκολύνει τους μαθητές να πραγματοποιήσουν πρακτικές εφαρμογές της χημείας χωρίς να εισέλθουν σε φυσικό εργαστήριο. Αυτά τα ψηφιακά μέσα είναι χρήσιμα ως υποστηρικτικό εργαλείο στις δραστηριότητες διδασκαλίας και μάθησης για τη βελτίωση της ποιότητας της μαθησιακής διαδικασίας. Όπως και κατά τη διάρκεια της πανδημίας, όταν μετατοπίστηκαν όλες οι δραστηριότητες στο Διαδίκτυο, το Phet (<https://phet.colorado.edu/el/>) είναι πολύ χρήσιμο για την πραγματοποίηση πρακτικών δραστηριοτήτων και προσομοιώσεων πειραμάτων ακόμη και από την οικία των μαθητών.



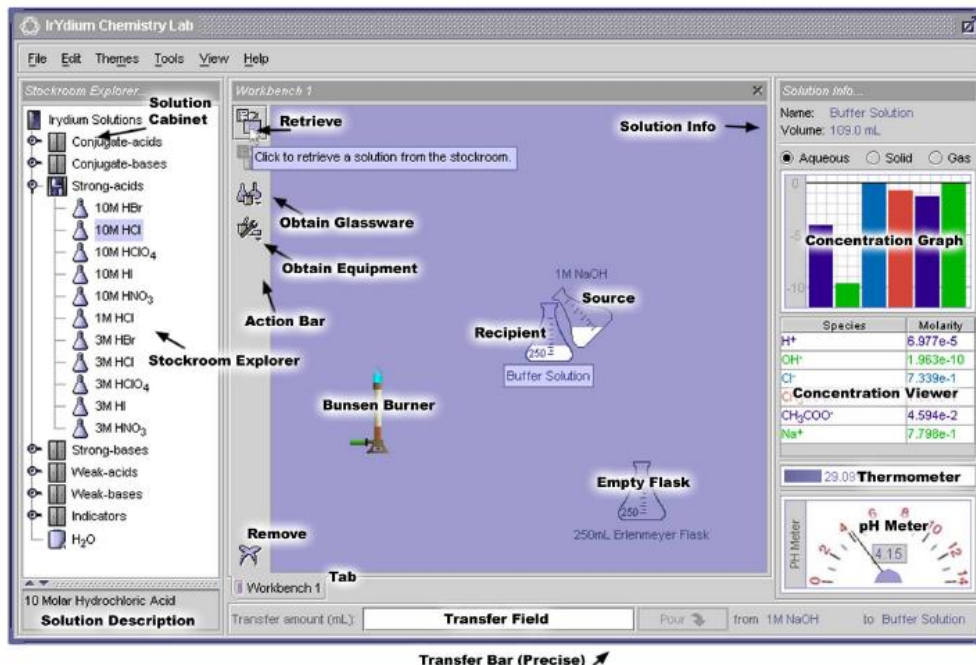
Εικόνα 2 : Εργαλείο Phet

Η εφαρμογή Phet μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς τη χρήση πρωτότυπου εργαστηριακού εξοπλισμού. Επιπλέον, το Phet στη διδασκαλία της χημείας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα συναρπαστικό μαθησιακό μέσο για να διευκολύνει τους μαθητές στην περιγραφή χημικών αντιδράσεων. Επιπλέον, η εφαρμογή διευκολύνει την άμεση περιγραφή των μοριακών αντιδράσεων, παρόλο που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν. Με το Phet, οι μαθητές μπορούν να πραγματοποιήσουν πρακτικές προσομοιώσεις στα σπίτια τους συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο. Η δημιουργία βίντεο εκμάθησης πειραματικής Χημείας μπορεί επίσης να εκμεταλλευτεί τις προσομοιώσεις του εργαλείου Phet. Οι μαθητές μπορούν να εξερευνήσουν και να δημιουργήσουν εργαστήρια σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνει ο καθηγητής τους. Η χρήση του Phet ενθαρρύνει επίσης τους μαθητές να επιβεβαιώσουν τα πειραματικά τους αποτελέσματα, συγκρίνοντας διάφορες πηγές ανάγνωσης που σχετίζονται με τα αποτελέσματα πρακτικών προσομοιώσεων.

### **2.2.2. ChemCollective**

Το ChemCollective Virtual Lab (Yaron et al,2010) είναι μια διαδικτυακή προσομοίωση ενός εργαστηρίου χημείας. Έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τους μαθητές να συνδέσουν χημικούς υπολογισμούς με την αυθεντική εργαστηριακή πρακτική. Το εργαστήριο, όπως φαίνεται στην εικόνα 3, επιτρέπει στους μαθητές να επιλέξουν από εκατοντάδες τυποποιημένα αντιδραστήρια (υδατικά) και να τα χειριστούν με τρόπο που μοιάζει με ένα πραγματικό εργαστήριο. Οι ασκήσεις που βασίζονται σε προσομοίωση, προσφέρουν νέους τρόπους ενίσχυσης των μαθησιακών κινήτρων.

Οι διαδραστικές ασκήσεις επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν και να ενισχύσουν την εμπέδωση σύνθετων εννοιών, εφόσον είναι ρεαλιστικές και ελκυστικές. Το συγκεκριμένο λογισμικό διατίθεται δωρεάν σε όλους τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές μπορούν να το χρησιμοποιήσουν στο Διαδίκτυο χωρίς απαιτήσεις αδειοδότησης. Στην ιστοσελίδα της εφαρμογής (<https://chemcollective.org/vlabs>) οι χρήστες μπορούν να περιηγηθούν και να εκτελέσουν ασκήσεις που αφορούν σε μεγάλο εύρος από θεμελιώδεις τομείς της επιστήμης της χημείας, με κεντρικό ρόλο στη διδακτέα ύλη της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, όπως η θερμοχημεία, τα διαλύματα οξέων-βάσεων, η χημική ισορροπία και οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής



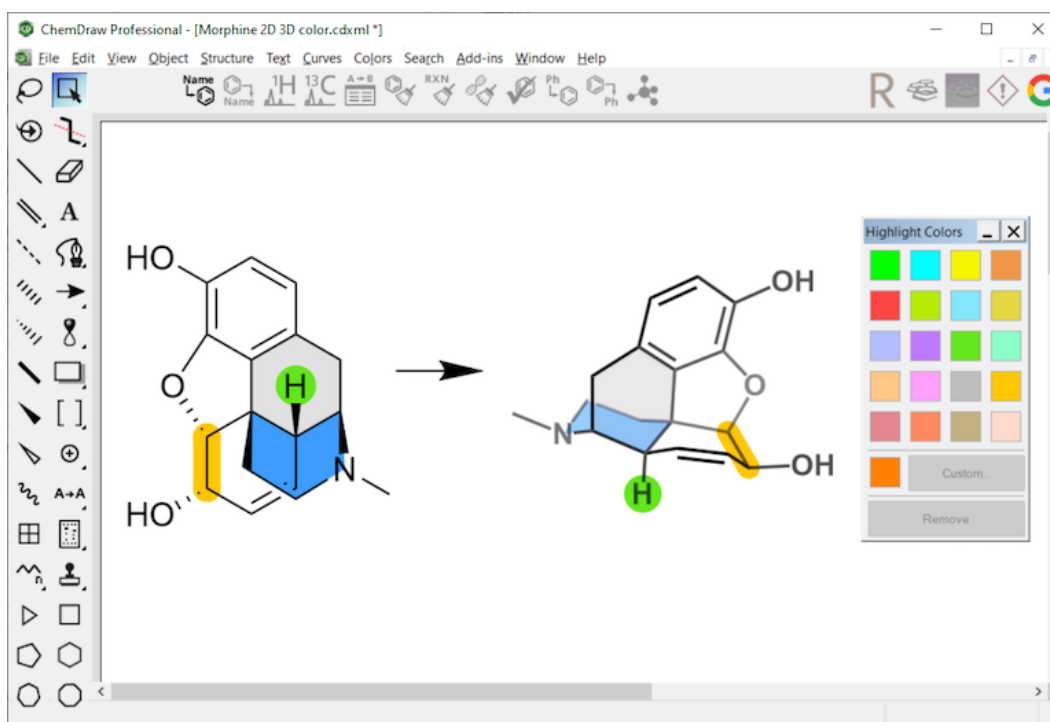
Εικόνα 3 : ChemCollective

## 2.3. Εφαρμογές χημικής σχεδίασης

### 2.3.1. ChemDraw

Το ChemDraw (Brown,2014) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο χημικής σχεδίασης που προσφέρει πληθώρα χαρακτηριστικών, τα οποία απευθύνονται σε χημικούς, ερευνητές και εκπαιδευτικούς. Μία από τις κύριες λειτουργίες του είναι η ικανότητα δημιουργίας λεπτομερών και ακριβών αναπαραστάσεων χημικών δομών και αντιδράσεων. Παρέχει εκτεταμένες βιβλιοθήκες χημικών δομών, και προτύπων, τα οποία μπορούν να προσαρμοστούν και να χρησιμοποιηθούν στα εκάστοτε χρησιμοποιούμενα σχέδια. Επιπλέον, το ChemDraw (<https://revvitysignals.com/products/research/chemdraw>) περιλαμβάνει τη δυνατότητα μετατροπής ονόματος σε δομή, και το γεγονός αυτό επιτρέπει στους χρήστες να μετατρέπουν τα ονόματα IUPAC σε χημικές δομές και αντίστροφα, διευκολύνοντας σημαντικά τη διαδικασία αναγνώρισης δομής. Επιπροσθέτως, το λογισμικό ενσωματώνει εργαλεία φασματικής ανάλυσης, τα οποία βοηθούν στην πρόβλεψη και ερμηνεία των φασμάτων NMR, IR και μάζας. Οι δυνατότητες του ChemDraw αναγνωρίζουν αυτόματα τη στεreoχημεία, τις λειτουργικές ομάδες και τις υποδομές, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την ακρίβεια των σχεδίων. Επιπλέον, περιλαμβάνει εργαλεία για τον υπολογισμό μοριακών ιδιοτήτων, όπως είναι η σχετική μοριακή

μάζα, η πυκνότητα και η μοριακή διαθλαστικότητα, τα οποία είναι απαραίτητα για τους ερευνητές στην πραγματοποίηση των πειραματικών τους προσπαθειών. Όσον αφορά στη συμβατότητά του, το ChemDraw είναι συμβατό με διάφορες μορφές χημικών αρχείων όπως το SMILES και το InChI και ενσωματώνεται ομαλά με άλλα επιστημονικά λογισμικά και βάσεις δεδομένων, ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό τη λειτουργικότητά του. Τα προηγμένα εργαλεία σχεδίασης επιτρέπουν την προσαρμογή δεσμών, ατόμων και βελών αντίδρασης, μαζί με πρότυπα για κοινές δομές και σχήματα. Περιλαμβάνονται επίσης βασικές δυνατότητες τρισδιάστατης μοριακής απεικόνισης και χειρισμού, καθώς και εξειδικευμένα εργαλεία για τη σχεδίαση βιολογικών μορίων και μονοπατιών μέσω του BioDraw.



Εικόνα 4 : ChemDraw (Πηγή : <https://www.rdworltonline.com/perkinelmer-brings-chemdraw-software-to-the-cloud-enhancing-search-and-collaboration-workflows/>)

Επιπλέον, το λογισμικό αυτό είναι γνωστό για τη φιλική προς το χρήστη διεπαφή του. Για τον λόγο αυτό, η σχεδίαση σύνθετων δομών καθίσταται πλέον απλή και μπορούν να παραχθούν χημικά σχέδια υψηλής επαγγελματικής ποιότητας κατάλληλα για δημοσίευση και παρουσίαση. Γενικότερα, η εκτεταμένη λειτουργικότητά του καλύπτει τόσο τις εκπαιδευτικές όσο και τις

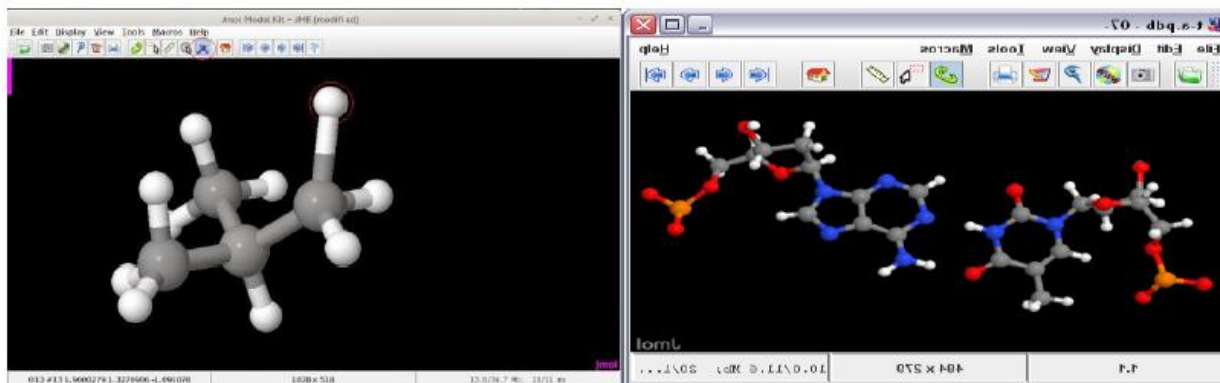
βιομηχανικές ανάγκες και ενσωματώνεται καλά με άλλες χημικές βάσεις δεδομένων και λογισμικά.

Το ChemDraw, όπως φαίνεται στην εικόνα 4, είναι αποτελεσματικό, επιταχύνοντας τη διαδικασία δημιουργίας και επεξεργασίας χημικών δομών, γεγονός που εξοικονομεί χρόνο για τους ερευνητές και τους εκπαιδευμένους. Επιπλέον, το λογισμικό διαθέτει ισχυρή υποστήριξη χρηστών και εκτεταμένους εκπαιδευτικούς πόρους, όπως είναι η δυνατότητα παρακολούθησης σεμιναρίων και κοινότητα υποστήριξης χρηστών. Ωστόσο, το ChemDraw είναι ένα εμπορικό προϊόν και μπορεί να είναι ακριβό, ενδεχομένως να αποτελέσει εμπόδιο για την αγορά του από εκπαιδευτικά ιδρύματα. Παρά τη φιλική προς το χρήστη διεπαφή του, ο έλεγχος όλων των προηγμένων λειτουργιών μπορεί να απαιτήσει χρόνο, ιδιαίτερα για αρχάριους χρήστες. Το λογισμικό απαιτεί επίσης αρκετά ισχυρά υπολογιστικά συστήματα για να λειτουργεί ομαλά, γεγονός που μπορεί να αποτελέσει ένα πρόβλημα για χρήστες που διαθέτουν συστήματα με περιορισμένες δυνατότητες. Τέλος, η διαχείριση αδειών και εγκαταστάσεων μπορεί να είναι δύσκολη, ιδιαίτερα σε μεγάλους οργανισμούς ή εκπαιδευτικά ιδρύματα.

### **2.3.2. Jmol**

Το Jmol (Herraez, 2006) είναι ένα πρόγραμμα προβολής Java ανοιχτού κώδικα για τρισδιάστατες χημικές δομές με χαρακτηριστικά για χημικές ουσίες, κρυστάλλους, υλικά και βιομόρια. Αυτό το λογισμικό (<https://jmol.sourceforge.net/>) απευθύνεται σε φοιτητές, εκπαιδευτικούς και ερευνητές στη Χημεία, τη βιοχημεία, τη Φυσική και την Επιστήμη των υλικών. Το Jmol απεικονίζει τρισδιάστατες αναπαραστάσεις μορίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία διδασκαλίας ή για ερευνητικούς σκοπούς. Ένα δημοφιλές χαρακτηριστικό είναι ότι μπορεί να ενσωματώσει μικροεφαρμογές σε ιστοσελίδες για να εμφανίσει μόρια με διάφορους τρόπους. Επιπλέον, το Jmol υποστηρίζει μια ποικιλία μορφών χημικών αρχείων, συμπεριλαμβανομένης της τράπεζας δεδομένων πρωτεϊνών (PDB), του κρυσταλλογραφικού αρχείου πληροφοριών (CIF), του MDL Molfile (mol) και της γλώσσας χημικής σήμανσης (CML).



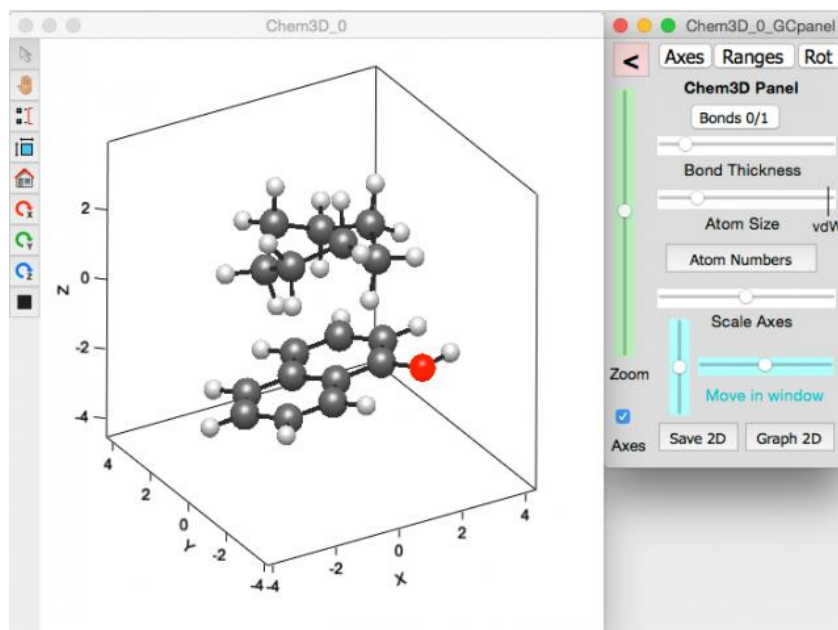


Εικόνα 5 : Jmol

Επιπλέον, το Jmol περιλαμβάνει μια μίνι γλώσσα προγραμματισμού που επιτρέπει στους προχωρημένους χρήστες να δημιουργούν προσαρμοσμένες απεικονίσεις και κινούμενα σχέδια, όπως φαίνεται στην εικόνα 5. Αυτή η ικανότητα προγραμματισμού είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εκπαιδευτικούς και ερευνητές που επιθυμούν να δημιουργήσουν συγκεκριμένα μοριακά μοντέλα ή δυναμικές προσομοιώσεις προκειμένου να ενισχύσουν την κατανόηση της μοριακής συμπεριφοράς και των αλληλεπιδράσεων. Το λογισμικό παρέχει επίσης επιλογές για χρωματισμό ατόμων με διαφορετικά κριτήρια, όπως τύπος στοιχείου, φορτίο ή δευτεροταγής δομή, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην επισήμανση σημαντικών μοριακών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων.

### 2.3.3. Chem3D

Το Chem3D (Singh, et al, 2023) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχεδιάσει μοριακές δομές σε τρισδιάστατη αναπαράσταση (3D) και να υπολογίσει τις ελάχιστες ενέργειες και τα μήκη δεσμών μεταξύ των ατόμων. Μπορεί να αντλήσει ορισμένες κοινές μορφές απευθείας κάνοντας κλικ στο εργαλείο, όπως η δομή δακτυλίου του βενζολίου, του κυκλοπεντανίου, του κυκλοεξανίου και άλλων κυκλικών ενώσεων, όπως φαίνεται στην εικόνα 6. Το εργαλείο Chem3D (<https://library.bath.ac.uk/chemistry-software/chem3d>) παρέχει επίσης δομικές εικόνες για τα αμινοξέα, το DNA και το RNA που περιέχονται στο πρότυπο.

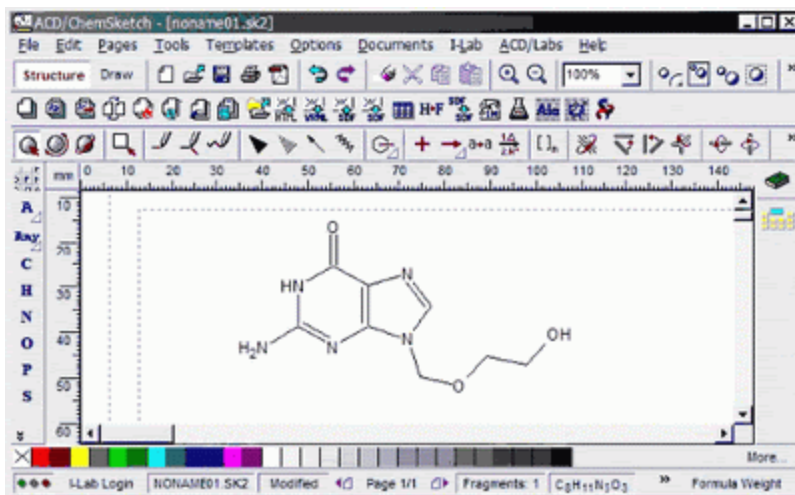


Εικόνα 6 : Chem3D

Τέλος, το Chem3D διαθέτει προηγμένα εργαλεία υπολογιστικής χημείας, συμπεριλαμβανομένης της ελαχιστοποίησης ενέργειας και των προσομοιώσεων μοριακής δυναμικής. Αυτά τα εργαλεία βοηθούν στην πρόβλεψη της μοριακής συμπεριφοράς, στη βελτιστοποίηση των γεωμετριών και στην ανάλυση των μοριακών αλληλεπιδράσεων υπό διαφορετικές συνθήκες. Τέτοιες προσομοιώσεις είναι σημαντικές για την κατανόηση των μηχανισμών αντίδρασης, την πρόβλεψη φυσικών ιδιοτήτων και το σχεδιασμό νέων υλικών ή φαρμάκων.

#### 2.3.4. ChemSketch

Το ChemSketch (Li et al.,2004) είναι ένα δωρεάν λογισμικό από την ACD / Labs που μπορεί να διευκολύνει τους χρήστες που πρέπει να σχεδιάσουν μοριακές δομές, συμπεριλαμβανομένων οργανικών μοριακών δομών, οργανομεταλλικών ενώσεων, πολυμερών και δομών Markush. Οι εικόνες μοριακής δομής που έχουν δημιουργηθεί στο ChemSketch, όπως εκείνη στην εικόνα 7, μπορούν να αποθηκευτούν σε έγγραφο ChemSketch (\*.sk2), Molfiles (\*.mol), ChemDraw (\*.cdx), Adobe document (\*.pdf) και διάφορες μορφές γραφικών δεδομένων (\*.BMP, \*.gif, \*.tif, \*.png). Το ChemSketch (<https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>) βοηθά στην απεικόνιση μορίων στη μάθηση της Χημείας, τόσο στο γυμνάσιο, στο προπτυχιακό όσο και στο μεταπτυχιακό επίπεδο, καθιστώντας ευκολότερη την ερμηνεία της μοριακής γεωμετρίας για τους μαθητές και τους διδάσκοντες.



Εικόνα 7 : ChemSketch

Τέλος, ένα βασικό χαρακτηριστικό του ChemSketch είναι η ικανότητά του να δημιουργεί αυτόματα ονόματα IUPAC για σχεδιασμένες δομές, γεγονός που βοηθά στην εξασφάλιση της σωστής χημικής ονοματολογίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για φοιτητές που πρέπει να επιβεβαιώσουν την ακρίβεια των χημικών ονομασιών που χρησιμοποιούν, όπως και σε μαθητές Β Λυκείου, που διδάσκονται την ονοματολογία των οργανικών ενώσεων κατά IUPAC. Το λογισμικό περιλαμβάνει επίσης ένα ισχυρό εργαλείο μετατροπής δομής σε όνομα, το οποίο μπορεί να ερμηνεύσει σχεδιασμένες δομές και να παρέχει τα αντίστοιχα συστηματικά ονόματά τους.

#### 2.4. Χρήση κινούμενων βίντεο στη διδασκαλία της Χημείας

Οι κινούμενες εφαρμογές βίντεο είναι ένα παράδειγμα της επιτυχίας της τεχνολογίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα ενδιαφέρον μέσο μάθησης και να διευκολύνει την παράδοση υλικού έτσι ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν το θέμα πιο γρήγορα. Τα κινούμενα βίντεο μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να απεικονίσουν αφηρημένο υλικό μαθήματος ή έννοιες. Τα κινούμενα βίντεο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο για τη διδασκαλία της Χημείας κάνοντας τη εκπαιδευτική διαδικασία πιο δημιουργική και όχι ανιαρή. Τα κινούμενα μέσα βίντεο συνδυάζουν άλλα στοιχεία μέσων όπως ήχο, κείμενο, βίντεο, εικόνα, γραφικά και ήχο για να φιλοξενήσουν στυλ μάθησης μαθητών που μπορεί να έχουν οπτικούς, ακουστικούς ή κιναισθητικούς τύπους. Τα κινούμενα βίντεο, εάν χρησιμοποιούνται ως μέσα μάθησης, θα αποτρέψουν τους μαθητές από το να αισθάνονται κουρασμένοι λόγω εξηγήσεων των εκπαιδευτικών που είναι δύσκολο να αφομοιωθούν και να κατανοηθούν. Τα βίντεο χημικής

κινούμενης εικόνας μπορούν να δημιουργηθούν από το PowerPoint, το Fillmora, το Powtoon, το Flash κ.λπ.

### 2.4.1. PowerPoint

Το PowerPoint ή το PPT (Weng, W., & Zheng, M., 2023) είναι ένα από τα δημοφιλή λογισμικά ή εφαρμογές και είναι πολύ γνωστό σε όλους. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να δημιουργήσουν εκπαιδευτικά βίντεο με πολυμέσα PowerPoint προβάλλοντας υλικό με τη μορφή βίντεο. Υπάρχουν διάφορες ισχυρές δυνατότητες όσον αφορά τη δημιουργία βίντεο εκπαιδευτικού περιεχομένου, χρησιμοποιώντας το PowerPoint. Οι εκπαιδευτικοί, αλλά και οι μαθητές, μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτήν τη δυνατότητα για να δημιουργήσουν ένα εκπαιδευτικό βίντεο. Η παρουσίαση του PowerPoint φαίνεται πιο ελκυστική λόγω κινούμενων εικόνων ή φωτογραφιών, γραμμάτων και κινούμενων σχεδίων και έγχρωμων παιχνιδιών, όπως φαίνεται στην εικόνα 8. Επιτρέπει στη διδασκαλία να φαίνεται πιο επαγγελματική και ενδιαφέρουσα. Οι διαφάνειες PowerPoint που έχουν δημιουργηθεί, μπορούν να κοινοποιηθούν απευθείας στα βίντεο. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναπτύξουν και να συνεργαστούν με άλλους συναδέλφους καθηγητές ώστε να παρουσιάσουν διάφορα είδη περιεχομένου στον κόσμο της εκπαίδευσης, ειδικά στη Χημεία.

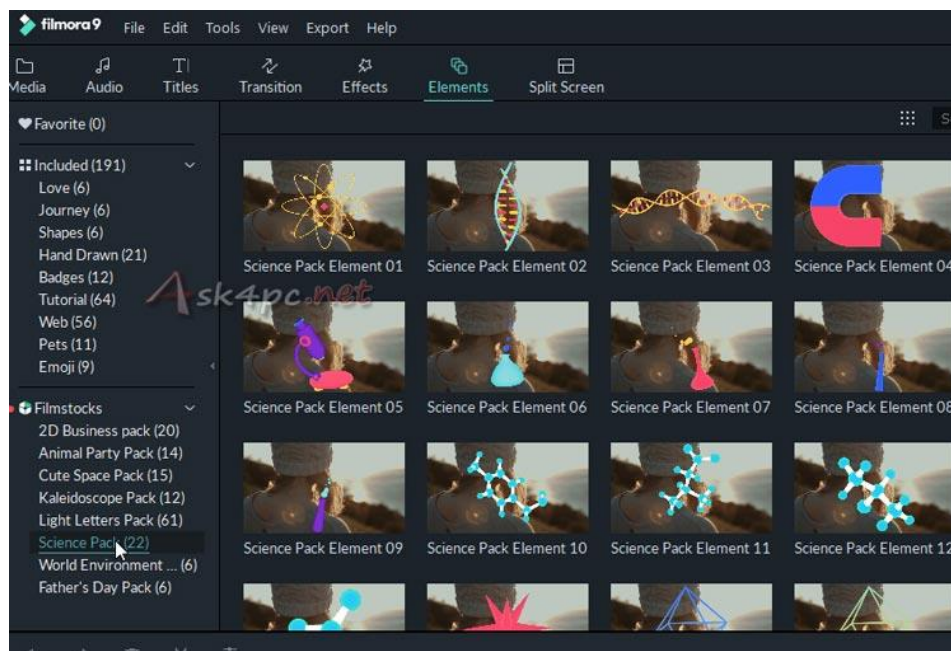


Εικόνα 8 : Χρήση PowerPoint

### 2.4.2. Filmora

Μία από τις «ελαφριές» και εύχρηστες εφαρμογές επεξεργασίας βίντεο είναι η Wondershare Filmora (Hasanudin et al., 2019). Αυτή η εφαρμογή έχει την εμφάνιση και τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την δημιουργία επιτυχημένων εκπαιδευτικών βίντεο. Το Filmora (<https://filmora.wondershare.net/>) διαθέτει μια απλή διεπαφή και διάφορα εργαλεία

χρησιμοποιούνται εύκολα, έτσι ώστε οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να είναι πιο ευέλικτοι και να επεξεργάζονται εύκολα ένα βίντεο. Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτής της εφαρμογής είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι υπάρχουσες δυνατότητες χωρίς την πραγματοποίηση οποιασδήποτε πληρωμής. Μετά την επεξεργασία του βίντεο, μπορούν να εξαχθούν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας σε διάφορες διαθέσιμες επιλογές, όπως μορφή αρχείου, ανάλυση βίντεο, ρυθμό καρτέ και ρυθμό bit. Στη συνέχεια, μπορεί να επιλεγεί η ποιότητα του βίντεο ανάλογα με τη συσκευή ή τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης που είναι επιθυμητά, για παράδειγμα, smartphones, κονσόλες παιχνιδιών, τηλεόραση, Youtube, Vimeo, iPod ή smart TV. Επομένως, η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εκπαιδευτικών βίντεο με ακαδημαϊκό περιεχόμενο σχετιζόμενο με τη Χημεία.



Εικόνα 9 : Filmora

### 2.4.3. Powtoon

Το Powtoon ( Oktaviani, L., & Mandasari, B, 2020) είναι μια απλή εφαρμογή που βασίζεται στον ιστό και χρησιμοποιείται για τη γρήγορη δημιουργία ελκυστικών κινούμενων βίντεο. Αυτή η εφαρμογή (<https://www.powtoon.com/>) είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο ή σε διαδικτυακές εφαρμογές ιστού που μπορούν να δημιουργήσουν παρουσιάσεις υλικού. Η θόνη έχει τη μορφή βίντεο που περιέχει διάφορα κινούμενα σχέδια που μπορούν να προσελκύσουν την προσοχή των

μαθητών. Το Powtoon μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία βίντεο εκμάθησης Χημείας. Μέσω του Powtoon Media, είναι βέβαιο ότι θα διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς ώστε να κάνουν το εκπαιδευτικό υλικό της Χημείας να φαίνεται ενδιαφέρον και δημιουργικό. Εκτός από τη διευκόλυνση των εκπαιδευτικών, το Powtoon αναμένεται επίσης να κάνει τους μαθητές πιο ενθουσιώδεις ώστε να ακούσουν το υλικό που παρουσιάζει ο διδάσκων. Αυτό το μαθησιακό μέσο, έχει σαν βασικό πλεονέκτημα τα πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά κινούμενων σχεδίων και εφέ, όπως φαίνεται στην εικόνα 10, που κάνουν τις παρουσιάσεις ή τα εκπαιδευτικά βίντεο να φαίνονται πιο ελκυστικά. Επιπλέον, το χρονοδιάγραμμα (timeline) που περιέχεται στο Powtoon μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί εύκολα σε σύγκριση με άλλες παρόμοιες εφαρμογές.



Εικόνα 10 : Powtoon

#### 2.4.4. Εφαρμογή Flash

Η εφαρμογή Flash (Skidgel, 2012) είναι ένα μέσο εκμάθησης που περιέχει κινούμενα σχέδια με βίντεο, κείμενο, εικόνες, γραφικά και ήχο γρήγορα και εύκολα. Η χρήση βίντεο μάθησης που βασίζονται σε εφαρμογές Flash στη διαδικασία μάθησης είναι πολύ χρήσιμη για την τόνωση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την αύξηση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της διδακτικής διαδικασίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Επιπλέον, η χρήση μαθησιακών μέσων, ειδικά εφαρμογών Flash, όπως φαίνεται στην εικόνα 11, μπορεί να αυξήσει την ελκυστικότητα του μαθήματος και το κίνητρο των μαθητών να συμμετάσχουν στη διαδικασία εκμάθησης της Χημείας.



Εικόνα 11 : Εφαρμογή Flash

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕΣΩ ΤΠΕ**

### **3.1. Βασικές θεωρίες μάθησης.**

Οι διδακτικές προσεγγίσεις των εκπαιδευτικών εδράζονται σε βασικές θεωρίες μάθησης που περιγράφουν τις συνθήκες υπό τις οποίες διεξάγεται η μαθησιακή διαδικασία, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και αφομοίωση νέας γνώσης από τους μαθητές. Μέσω αυτών των θεωριών, εξετάζονται οι συνθήκες που διευκολύνουν ή παρεμποδίζουν τη μάθηση και δίνονται απαντήσεις ως προς τις διεργασίες που επιτελούνται κατά την έκθεση των ανθρώπων σε νέα πληροφορία και περιγράφεται η ενσωμάτωση των πληροφοριών στα νοητικά τους μοντέλα έως την αφομοίωση και το σχηματισμό νέας γνώσης. Τα μοντέλα που περιγράφονται, καθοδηγούν τους εκπαιδευτικούς στην ανάπτυξη εργασιών, ασκήσεων και σχεδίων μαθημάτων που θα υποβοηθήσουν το εκπαιδευτικό τους έργο. Οι επικρατέστερες θεωρίες μάθησης είναι: η θεωρία του συμπεριφορισμού ή μιχγεβιορισμού, η διερευνητική ή ανακαλυπτική μάθηση, η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης (κονστρουκτιβισμός) και οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες. (Παναγοπούλου,2024) και (Νεοφώτιστος, 2018). Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν εν συντομία τα βασικά σημεία κάθε θεωρίας και η συχέτιση τους με την ένταξη των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία.

### **3.2 Η θεωρία του συμπεριφορισμού**

Πρόκειται για μία από τις κυρίαρχες θεωρίες στην εκπαίδευση κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Στηρίχτηκε στις μελέτες του Ρώσου φυσιολόγου Pavlov, και εξελίχθηκε από άλλους θεωρητικούς όπως οι Skinner, Thorndike, Hull και Watson (Higgs & Smith,1997, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018)

Η μάθηση ορίζεται ως η αλλαγή συμπεριφοράς του μαθητή κατά τη μαθησιακή διαδικασία (Skinner,1974, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018) και διεκπεραιώνεται μέσω της επιβράβευσης (θετική ενίσχυση) και της τιμωρίας (αρνητική ενίσχυση), δηλαδή το συσχετισμό εξωτερικών ερεθισμάτων και αντιδράσεων. Έτσι, καθώς οι άνθρωποι βιώνουν τις συνέπειες των αλληλεπιδράσεών τους με το περιβάλλον, τροποποιούν αναλόγως και τη συμπεριφορά τους με βάση τις εμπειρίες τους. Η ίδια η μάθηση θεωρείται η διαμόρφωση της συμπεριφοράς του ατόμου, μέσω ενός μηχανισμού ενίσχυσης της επιθυμητής συμπεριφοράς. Κατά συνέπεια, εφόσον σύμφωνα με τους συμπεριφοριστές, η μάθηση εξαρτάται από τις αλληλεπιδράσεις ενός ατόμου με το εξωτερικό του περιβάλλον, με χειραγώγηση του εξωτερικού περιβάλλοντος μπορούμε να ενθαρρύνουμε ορισμένες συμπεριφορές και να αποθαρρύνουμε άλλες.

Όμως, η προσέγγιση αυτή θεωρεί ότι ο άνθρωπος μέσα σε μία κοινωνία, προσαρμόζει τη δραστηριότητά πάνω στις εξωτερικές συνθήκες που ανακαλύπτει, χωρίς να λαμβάνει υπόψη ότι



αυτές τις συνθήκες το ίδιο το άτομο τις διαμορφώνει σε ένα βαθμό με την ίδια του τη δράση. (Παναγοπούλου,2024)

Κατά το συμπεριφορισμό, κεντρικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία έχει ο εκπαιδευτικός, ο οποίος θα επιβραβεύσει την επιθυμητή συμπεριφορά των μαθητών. Στα πλαίσια αυτής της θεωρίας τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται αναγορεύουν τον υπολογιστή σε ρόλο δασκάλου, και μέσω μιας ιεραρχικής διαδικασίας περνώντας από το πιο εύκολο στο πιο δύσκολο, κατά το μοντέλο του Skinner. Η κατάκτηση της νέας γνώσης αξιολογείται με ψηφιακά τεστ κλειστού τύπου ( σωστό-λάθος ή πολλαπλής επιλογής) και ο μαθητής ανάλογα με την επίδοση του λαμβάνει θετική ή αρνητική ενίσχυση. (Σολωμονίδου, 2006, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018).

### **3.3 Η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κονστρουκτιβισμού**

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, μάθηση είναι η οικοδόμηση νέας γνώσης από τον ίδιο το μαθητή και σε αντίθεση με το συμπεριφορισμό, «δίνει έμφαση στην κατασκευή της γνώσης και όχι στην αναπαραγωγή της» (Jonassen et al., 1999, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018). Η γνώση θεωρείται ότι είναι μεταβαλλόμενη και ότι οικοδομείται από τον καθένα ξεχωριστά, ανάλογα με τις «πεποιθήσεις» και τις θεωρίες που χρησιμοποιεί ο καθένας προκειμένου να ερμηνεύσει ιδέες και γεγονότα, για το λόγο αυτό θεωρείται υποκειμενική. Ο von Glaserfeld (1989) ως κύριος εκπρόσωπος της θεωρίας, κάνει λόγο για ρίζες του εποικοδομητισμού στην ψυχολογία, τη φιλοσοφία και την πολιτική, ενώ κατά τον Murphy (1977), έχει τις ρίζες του στη μαιευτική μέθοδο του Σωκράτη, ο οποίος μέσω ερωτημάτων προωθούσε την κριτική σκέψη των μαθητών του.

Η διδακτική των φυσικών επιστημών απετέλεσε αρχικά το βασικό πεδίο έρευνας και εφαρμογής της θεωρίας του κονστρουκτιβισμού. Στην ανάπτυξη της, καθοριστική ήταν επίσης η ανάπτυξη της ψυχολογίας, ενώ μεγάλη επιρροή στην παιδαγωγική σκέψη και την κατεύθυνση της έρευνας γύρω από τα ζητήματα αυτά, είχαν οι εργασίες του Jean Piaget. Σύμφωνα με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού, η δημιουργία της γνώσης διεξάγεται μέσω της αλληλεπίδρασης των εμπειριών του με τις ιδέες του. Επομένως, η μάθηση είναι προϊόν εννοιολογικής αλλαγής και συντελείται μέσω γνωστικών συγκρούσεων. Ως εκ τούτου, ο σχεδιασμός διδακτικών παρεμβάσεων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη το υπόβαθρο των μαθητών ως προς τις ιδέες και τις θεωρήσεις τους.

Σε μια απόπειρα να συνοψίσει τις βασικές αρχές του κονστρουκτιβισμού, η Rosalind Driver, τονίζει ότι κάθε μαθησιακή διαδικασία ξεκινάει από τις απόψεις και τις αντιλήψεις του μαθητή, ο οποίος στο πλαίσιο μίας προσωπικής εσωτερικής διαπραγμάτευσης, είναι ενεργός και

υπεύθυνος για τη μάθηση του και όχι παθητικός δέκτης. Επίσης, εκτός των μαθητών, και οι εκπαιδευτικοί είναι φορείς ιδεών και αντιλήψεων (π.χ για τη διδασκαλία) τις οποίες κομίζουν σε αυτή τη διαδικασία αλληλεπίδρασης με τους μαθητές. (Παναγοπούλου, 2024).

Κατά τον κονστρουκτιβισμό, η γνώση οικοδομείται και δε μεταδίδεται απλά, και η αρχή αυτή θα πρέπει να διέπει το σχεδιασμό τόσο των αναλυτικών προγραμμάτων, όσο και της διδασκαλίας από την πλευρά του εκπαιδευτικού (Σολωμονίδου, 1999). Ειδικότερα για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών, ο εποικοδομητισμός θεωρείται κυρίαρχο ρεύμα της παιδαγωγικής διεθνώς και στη χώρα μας έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στα σχολικά εγχειρίδια, τα αναλυτικά προγράμματα και τις εκπαιδευτικές προσεγγίσεις σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Ο σχεδιασμός σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού στηρίζεται κατά βάση στις αρχές του εποικοδομητισμού. Τα λογισμικά αυτά στηρίζονται στη δημιουργία εμπειριών που σχετίζονται με τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης. Το λογισμικό μιμείται (αναπαράγει) τη συμπεριφορά ενός πραγματικού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα του πειραματισμού χωρίς άμεση επαφή με το προς εξέταση σύστημα. Πρόκειται για ένα εικονικό περιβάλλον επιτρέπει τη δράση των μαθητών σε ένα περιβάλλον κατά το δυνατόν πλησιέστερο στην πραγματικότητα.(National Academy of Sciences,2011). Η διεπαφή του λογισμικού επιτρέπει στο χρήστη να αυτενεργεί επηρεάζοντας τα δεδομένα εισόδου ή τις μεταβλητές που επηρεάζουν το φαινόμενο (π.χ συνθήκες θερμοκρασίας σε ένα εικονικό πείραμα μεταβολής φάσεων). Με βάση τις ενέργειες του χρήστη θα επηρεάζονται τα αποτελέσματα που βλέπει στην οθόνη. Η μοντελοποίηση μέσω υπολογιστή, αποτελεί τελικά έναν τρόπο έκφρασης και διερεύνησης των συλλογισμών των μαθητών. Συμπερασματικά, το εκπαιδευτικό λογισμικό στον εποικοδομητισμό, μπορεί να θεωρηθεί γνωστικό εργαλείο, που βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες και γνωστικές λειτουργίες κατά τη διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης. Η χρήση του λογισμικού, συμβάλλει στην ανάπτυξη των διερευνητικών δεξιοτήτων των μαθητών, παρέχοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης διαφορετικών σεναρίων και την επιλογή της βέλτιστης λύσης.

### **3.4 Η θεωρία της ανακαλυπτικής ή διερευνητικής μάθησης**

Η θεωρία της διερευνητικής μάθησης στηρίζεται στη διδασκαλία μέσω ερωτημάτων και αναζητήσεων των μαθητών και λιγότερο της παρουσίασης της νέας γνώσης από το διδάσκοντα. Οι οδηγίες του εκπαιδευτικού θέτουν έναν προβληματισμό και στη συνέχεια οι μαθητές προβληματίζονται, συλλέγουν στοιχεία και αναλύουν τα αποτελέσματα της αναζήτησης τους, με σκοπό την επίλυση ενός προβλήματος, ανακαλύπτοντας με τον τρόπο αυτό τη νέα γνώση. Μία

από τις πιο ρηξικέλευθες και αμφιλεγόμενες θέσεις του θεμελιωτή της, αμερικανού ψυχολόγου Jerome Bruner, ήταν ο ισχυρισμός του ότι κάθε μαθητής, ανεξαρτήτως ηλικίας, μπορεί να μαθει οτιδήποτε, αρκεί από την πλευρά του εκπαιδευτικού να υπάρξει η σωστή οργάνωση και η ενδεδειγμένη μέθοδος διδασκαλίας. Η θεώρηση αυτή ανέτρεψε πολλά από τα δεδομένα, τόσο στην οργάνωση των αναλυτικών προγραμμάτων, όσο και στον τρόπο διεξαγωγής της διδασκαλίας. Ο Bruner, εισήγαγε επίσης την έννοια του «σπειροειδούς αναλυτικού προγράμματος», κατά την οποία η μελέτη ενός ζητήματος και η ανάπτυξη γνώσης από ένα μαθητή σε μικρή ηλικία, σε συνδυασμό με την μελέτη του ίδιου θέματος σε πιο προχωρημένο επίπεδο, οι πιθανότητες αφομοίωσης της νέας γνώσης αυξάνονται σημαντικά. Οι διδακτικές στρατηγικές που απορρέουν από τη θεωρία της διερευνητικής μάθησης, έχουν εφαρμοστεί κατά κόρον σε ακαδημαϊκό περιεχόμενο φυσικών επιστημών, διεγείροντας την περιέργεια των μαθητών και διατηρώντας το ενδιαφέρον τους σε υψηλά επίπεδα. (Παναγοπούλου, 2024)

Εδώ και πολλά χρόνια, στο διαδίκτυο υπάρχει πληθώρα από διερευνητικά περιβάλλοντα μάθησης, στα οποία συνδυάζονται γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες. Οι πρώτες αφορούν στην προσέγγιση και τη χρήση των πληροφοριών, ενώ η δεύτερη κατηγορία άπτεται της συσχέτισης των ενεργειών με την υπάρχουσα γνώση και εμπειρία, ώστε να οδηγηθούμε στην οικοδόμηση νέας γνώσης. Παράδειγμα μεταγνωστικής δεξιότητας αποτελεί η αυτορρύθμιση, η οποία μέσω του αναστοχασμού επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να ελέγχει τις διαδικασίες σκέψης που αξιοποιεί για να επιτύχει το στόχο του (Brown, 1987, όπ. αναφ. στο Νεοφώτιστος, 2018) Στη διερευνητική μάθηση, ο μαθητής μιμούμενος την αυθεντική ερευνητική διαδικασία, καλείται να διερευνήσει μία κατάσταση οδηγούμενος σε αποτελέσματα που θα οικοδομήσουν τη νέα γνώση, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα δεξιότητες επιστημονικής διερεύνησης. (Van Joolingen et al., 2007, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018). Τις περισσότερες φορές, αυτό γίνεται και μέσα από την αντιπαράθεση, την αξιολόγηση και τη σύνθεση ιδεών, γεγονός που ενθαρρύνει την επικοινωνία των μαθητών σε ομάδες, στα πλαίσια ενός διερευνητικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, πολλά διερευνητικά λογισμικά έχουν σχεδιαστεί για ένα χρήστη, αν και δεν είναι λίγες οι φορές που στα σχολεία ένας υπολογιστής χρησιμοποιείται από δύο ή περισσότερους μαθητές.

### **3.5 Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες και ΤΠΕ**

Στον κλασικό εποικοδομητισμό δε λαμβάνεται υπόψη, η αλληλεπίδραση του μαθητή με το κοινωνικό περιβάλλον της σχολικής κοινότητας. Με την παραδοχή ότι το κοινωνικό περιβάλλον επηρεάζει τη διαδικασία της μάθησης και της οικοδόμησης της γνώσης, οι θεωρητικοί των

κοινωνικοπολιτισμικών θεωριών, διατυπώνουν τη θέση ότι η γνώση αποτελεί φορέα κοινωνικής ταυτότητας και πολιτισμού. Η γνώση δηλαδή οικοδομείται σε ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης ατόμου-κοινωνίας ή κοινοτήτων εντός των οποίων δρα το άτομο. (Lave &Wegner, 1991). Ο μαθητής αλληλεπιδρά σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο εντός της τάξης του, συνεπικουρούμενος πλέον και από τις νέες τεχνολογίες εκπαιδευτικού περιεχομένου. Στη διαδικασία αυτή, ο διάλογος και μάλιστα ανάμεσα σε άτομα με διαφορετική γνωστική ικανότητα, θεωρείται καταλύτης για την απόκτηση νέας γνώσης. Σύμφωνα με την κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky, το κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον ενός μαθητή, δηλαδή το άθροισμα των σημάτων και γεγονότων με τα οποία αλληλεπιδρά, αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία οικοδομείται η νοητική του ανάπτυξη και όχι απλώς έναν από τους παράγοντες που συμβάλει σε αυτή τη διαδικασία.

Οι θεωρίες αυτές επηρέασαν ιδιαίτερος το χώρο των ΤΠΕ. Αποτελούν βασικό θεωρητικό πυλώνα στον οποίο στηρίχτηκε πρώτα η κατασκευή του παγκόσμιου ιστού και στη συνέχεια των κοινωνικών δικτύων μέσω εργαλείων Web 2.0. Οι κοινότητες μάθησης που δημιουργήθηκαν παγκοσμίως, δημιουργούν και υποστηρίζουν λογισμικά ανοιχτού κώδικα, και έχουν μέλη απ' όλο τον πλανήτη( Frank & Jungwirth, 2002). Σύμφωνα με έρευνες, είναι πλέον δυνατό οι χρήστες, άρα και οι μαθητές να παράγουν οι ίδιοι εκπαιδευτικό περιεχόμενο για τους συμμαθητές τους και να γίνουν οι ίδιοι από εκπαιδευόμενοι, εκπαιδευτές.(Κνάβας, 2016, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018). Ωστόσο, ο τομέας παραγωγής εκπαιδευτικού λογισμικού δεν ακολουθεί την κοινωνιοπολιτισμική προσέγγιση. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη συνεργασίας για τη δημιουργία ανοικτών συνεργατικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Στο πλαίσιο αυτό καλείται ο σύγχρονος εκπαιδευτικός, να αναζητήσει πλατφόρμες μάθησης που ταιριάζουν στους στόχους του διδακτικού του σχεδιασμού και να προσαρμόσει το υλικό του τόσο στην πλατφόρμα όσο και στα χαρακτηριστικά των μαθητών του. Τέλος, πλέον υπάρχει η δυνατότητα, στο πλαίσιο ενός ομαδοσυνεργατικού σεναρίου αυθεντικής μάθησης μέσω των ΤΠΕ, οι μαθητές να αναζητήσουν, να συζητήσουν, και να εξαγάγουν από κοινού τα συμπεράσματα τους, διαμορφώνοντας ταυτόχρονα το δικό τους εκπαιδευτικό υλικό.( Τσούλης, 2014, όπ. αναφ στο Νεοφώτιστος, 2018)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

### 4.1. Βασικά στοιχεία διαδικτυακής μάθησης

Η διαδικτυακή μάθηση είναι μια προσέγγιση που χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο για να προσφέρει ένα ευρύ φάσμα λύσεων, οι οποίες ενισχύουν την εκπαιδευτική διαδικασία. (Iyamuremye et al,2023). Η ουσιαστική μάθηση λαμβάνει χώρα όταν οι μαθητές αποκτούν νέες γνώσεις που συνδέονται με την υπάρχουσα, και η διαδικτυακή μάθηση έχει σχεδιαστεί για την εφαρμογή θεωριών μάθησης, συνδυάζοντας αλληλεπίδραση ιστού, μέσων, ανθρώπου-υπολογιστή και γνώσης.

Ο σχεδιασμός διαδικτυακών εργαλείων μάθησης απαιτεί τα ακόλουθα βήματα : (1) εξέταση και ανάλυση των αρχών και των θεωριών, (2) διερεύνηση του διδακτικού πλαισίου σχετικά με τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και τα μαθησιακά περιβάλλοντα, (3) σύνθεση ενός πλαισίου για το σχεδιασμό του διαδικτυακού μοντέλου μάθησης, (4) σχεδιασμός του διαδικτυακού μοντέλου μάθησης και (5) αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του διαδικτυακού μοντέλου μάθησης. Η τεχνολογία που βασίζεται στο Διαδίκτυο περιλαμβάνει τη χρήση πολυμέσων και τη χρήση διαδραστικής τεχνολογίας. Σύμφωνα με τις αρχές σχεδίασης, ένα μοντέλο μάθησης μέσω Διαδικτύου περιλαμβάνει τα ακόλουθα : (1) σχεδιασμό στρατηγικών διαστάσεων, (2)εποικοδομητισμό (constructivism) στη μάθηση μέσω Διαδικτύου, (3) χαρακτηριστικά της μάθησης μέσω Διαδικτύου και (4) πρακτική προοπτική. Ο σχεδιασμός στρατηγικών διαστάσεων περιλαμβάνει το όραμα και την αποστολή ενός διαδικτυακού μαθησιακού περιβάλλοντος. Ο εποικοδομητισμός στην διαδικτυακή μάθηση περιλαμβάνει τη σκέψη για τύπους κατασκευής ή μάθησης θεωριών που βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν, να διατηρήσουν και να μοιραστούν γνώσεις. Τα χαρακτηριστικά της διαδικτυακής μάθησης και των διαδικτυακών περιβαλλόντων σχεδιάζονται με βάση οργανωτικές, τεχνολογικές και παιδαγωγικές δηλώσεις. Στην πρακτική προοπτική, ο ιστός χρησιμοποιείται για τον πρακτικό σκοπό της διδασκαλίας.

Την εποχή που άρχισε να χρησιμοποιείται το διαδίκτυο, οι άνθρωποι εφάρμοσαν τη διαδικτυακή μάθηση για να αλλάξουν τον κόσμο και οι παιδαγωγικές στρατηγικές ηλεκτρονικής μάθησης άρχισαν επίσης να αναπτύσσονται. Η εφαρμογή της διαδικτυακής μάθησης ξεκίνησε στις αρχές του 19ου αιώνα, όταν το 1840 ο Isaac Pitman δίδαξε μια συμβολική μορφή γραφής στους μαθητές του χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικό ταχυδρομείο αλληλογραφίας. Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, ο προσωπικός υπολογιστής άρχισε να προωθεί τα ηλεκτρονικά συστήματα μάθησης και η διαδικτυακή μάθηση αναπτύχθηκε ακόμα περισσότερο.

Τα σχολεία αποφάσισαν να παραδώσουν διαδικτυακά μαθήματα για να βοηθήσουν τους μαθητές που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της φοίτησης στο σχολείο λόγω γεωγραφικής θέσης και χρονικών ορίων. Το 2000, ορισμένες επιχειρήσεις άρχισαν να εκπαιδεύουν τους υπαλλήλους τους χρησιμοποιώντας ηλεκτρονική κατάρτιση. Σήμερα η διαδικτυακή μάθηση έχει γίνει ένας σημαντικός εκπαιδευτικός πόρος όπου οι μαθητές έχουν εύκολη πρόσβαση σε διαδικτυακές πληροφορίες και συνεργάζονται με τους συνομηλίκους και τους δασκάλους τους χωρίς περιορισμούς στο χρόνο και το περιβάλλον. Είχε τη βασική διάταξη που χρησιμοποιείται στις σύγχρονες μεθόδους ηλεκτρονικής μάθησης, που αποτελείται από γραφικά στοιχεία, κείμενο με γραφικά, φόρουμ και αίθουσες συνομιλίας. Στην εκμάθηση μέσω Διαδικτύου, μαθήματα ή οδηγίες παρέχονται χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικές συσκευές όπως υπολογιστές ή οποιεσδήποτε άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που υποστηρίζουν τη διαδικασία μάθησης, όπως tablet, κινητό. Η μάθηση είναι διαδραστική και τα μαθησιακά εργαλεία εμφανίζονται στο διαδίκτυο και παρέχουν έγκαιρη αυτόματη ανατροφοδότηση στις δραστηριότητες των μαθητών.

Η διαδικτυακή μάθηση βοηθά τους μαθητές να μοιράζονται τις μαθησιακές τους αναζητήσεις χωρίς χρονικό και γεωγραφικό περιορισμό, όμως βοηθά επίσης τους εκπαιδευτικούς να συνεργαστούν με ειδικούς σε διαφορετικά πεδία. Για παράδειγμα, η χρήση μιας ιστοσελίδας στη διδασκαλία βοηθά τον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών για το εκάστοτε θέμα.

Επιπλέον, η διαδικτυακή μάθηση αυξάνει την ικανοποίηση, τη συμμετοχή, την αυτοπεποίθηση, τη δέσμευση και το κίνητρο των μαθητών. Η χρήση της έχει θετικό αντίκτυπο στη διαδικασία εκμάθησης ή παράδοσης περιεχομένου και κάνει τη μαθησιακή διαδικασία πιο ελκυστική. Επιπροσθέτως, είναι περισσότερο επικεντρωμένη στον μαθητή (ενεργός μάθηση), ξεπερνά την κοινωνική απομόνωση και τους οικονομικούς περιορισμούς και βελτιώνει τα αποτελέσματα των μαθητών. Όσο αφορά στην επιστήμη της Χημείας, χρησιμεύει ως νέα μέθοδος διδασκαλίας και βοηθά τους μαθητές να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους και να βελτιώσουν τις θεωρητικές και τις πρακτικές τους γνώσεις.

#### **4.2. Υιοθέτηση διαδικτυακής μάθησης στην Χημεία**

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία που εξετάζεται (Iyamuremye et al., 2023), ορισμένες χώρες έχουν υιοθετήσει τη διαδικτυακή μάθηση στη διδασκαλία της Χημείας στα ιδρύματά τους, ενώ σε άλλες η διαδικτυακή μάθηση αναπτύσσεται σταθερά. Οι χώρες της Βόρειας Αμερικής, της Ευρώπης και της Αυστραλίας χρησιμοποιούν περισσότερους διαδικτυακούς πόρους για τη διδασκαλία και την

εκμάθηση της Χημείας απ' ότι ο υπόλοιπος κόσμος. Οι χώρες της Βόρειας Αμερικής χρησιμοποιούν περισσότερο τη διαδικτυακή μάθηση στη διδασκαλία εξαιτίας της υψηλής τεχνολογικής ανάπτυξης, των υποδομών και των εγκαταστάσεων του διαδικτύου, της κυριαρχίας της αγγλικής γλώσσας, της υψηλής οικονομικής δύναμης των ενδιαφερομένων και των προηγμένων πανεπιστημίων. Παρόλο που οι ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζουν επίσης καλά αναπτυγμένη διδασκαλία χημείας, ορισμένες χώρες αντιμετωπίζουν γλωσσικά εμπόδια και το Ηνωμένο Βασίλειο (Ηνωμένο Βασίλειο) είναι αυτό που χρησιμοποιεί διαδικτυακή μάθηση και διδασκαλία χημείας περισσότερο από άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Τα περισσότερα ιδρύματα προσφέρουν περισσότερους πόρους διδασκαλίας και μάθησης μέσω Διαδικτύου σε μαθήματα Πληροφορικής. Μια μελέτη που διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο του Twente στην Ολλανδία (Vermaat et al., 2003) έδειξε ότι η χρήση της διαδικτυακής μάθησης βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το μοριακό και συμβολικό μοντέλο στην επιστήμη της Χημείας.

Ορισμένες αφρικανικές χώρες, όπως η Νότια Αφρική, υιοθέτησαν τη διαδικτυακή μάθηση στη διδασκαλία της Χημείας, ενώ εξακολουθεί να είναι περιορισμένη στις άλλες χώρες της Αφρικής εξαιτίας ορισμένων προκλήσεων, συμπεριλαμβανομένης της έλλειψης προηγμένης τεχνολογίας και θεσμικής ανάπτυξης. Σύμφωνα με το Nyerere και τους συνεργάτες του (2012) η διαδικτυακή μάθηση και διδασκαλία στις χώρες της Ανατολικής Αφρικής εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις τόσο στον οικονομικό τομέα όσο και στις υποδομές. Σε ορισμένες χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής, οι μαθητές επιθυμούν να σπουδάσουν Χημεία εφαρμόζοντας πρόσωπο με πρόσωπο αντί για διαδικτυακή μάθηση, και αυτό οδηγεί σε αρνητική αντίληψη για τη διαδικτυακή εκπαίδευση. Ωστόσο, μια άλλη μελέτη απέδειξε ότι η χρήση του Διαδικτύου θα μπορούσε να έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στους μαθητές από χώρες της Υποσαχάριας Αφρικής σε ότι αφορά τη διδασκαλία της Χημείας και άλλων επιστημών (Kotoua et al, 2015).

#### **4.3. Η διαδικτυακή μάθηση βασισμένη στο μοντέλο της κοινότητας διερεύνησης για την ενίσχυση της μάθησης και της διδασκαλίας της Χημείας**

Η κοινότητα διερεύνησης (Community of Inquiry) είναι η διαδικασία της διαδικτυακής μάθησης με στόχο η εκπαιδευτική εμπειρία να προκύπτει από την αλληλεπίδραση μεταξύ τριών στοιχείων, της γνωστικής παρουσίας, της διδακτικής παρουσίας και της κοινωνικής παρουσίας. Η κοινότητα διερεύνησης παρέχει σε μεγάλο βαθμό διάδραση, τόσο ανάμεσα σε μαθητές όσο και μεταξύ μαθητών- εκπαιδευτικών. Επιπλέον, ανταποκρίνεται ιδιαίτερα και προσφέρει υψηλό βαθμό

ελευθερίας όσον αφορά στον τόπο και το χρόνο για να συμμετάσχει κανείς στην αλληλεπίδραση και τη συζήτηση.

Η ανασκόπηση των Iyamuraemye και συνεργατών του (2023) επικεντρώθηκε στη γνωστική παρουσία ως προς τη διδασκαλία και τη μάθηση, καθώς αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές επιβεβαιώνουν και δομούν την κατανόησή τους μέσω του προβληματισμού και του λόγου. Ο κύριος στόχος της γνωστικής παρουσίας είναι η ανάπτυξη και ενίσχυση της κριτικής σκέψης και ανάλυσης, αλλά και η οικοδόμηση και επιβεβαίωση της γνώσης. Αυτό είναι ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό της γνωστικής παρουσίας. Αποτελείται από τέσσερις φάσεις που ενεργοποιούν το γεγονός, την εξερεύνηση, την ολοκλήρωση και την επίλυση.

- **Εκδήλωση ενεργοποίησης** : Είναι η πρώτη διαδικασία του μοντέλου γνωστικής παρουσίας, στην οποία εντοπίζονται και επιλύονται τα ζητήματα ή τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης, το συμβάν ενεργοποίησης αντιστοιχεί στις εργασίες, την εργασία ή τα προβλήματα που δίνει ο δάσκαλος στους μαθητές να εκτελεστούν.
- **Διερεύνηση** : Αυτή είναι η δεύτερη φάση του μοντέλου γνωστικής παρουσίας στο οποίο οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τη φύση των προβλημάτων ή των ζητημάτων και να τα εξερευνήσουν χρησιμοποιώντας διαφορετικές πηγές πληροφοριών. Αυτή η φάση λαμβάνει χώρα μεταξύ του ατομικού προβληματισμού και του λόγου και περιλαμβάνει την ανταλλαγή ιδεών μεταξύ των μαθητών. Αυτή η φάση τελειώνει επιτρέποντας στους μαθητές να επιλέξουν τις σχετικές πληροφορίες που απαιτούνται για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος.
- **Ενσωμάτωση** : Αυτή η φάση συνίσταται στην οικοδόμηση γνώσης και κατανόησης από πληροφορίες που έγιναν στην εξερευνητική φάση. Από την ενσωμάτωση, οι μαθητές αναλύουν τις ιδέες που δημιουργούνται και σκέφτονται την εφαρμογή αυτών των ιδεών για την επίλυση του προβλήματος ή ενός προβλήματος που βρίσκεται υπό διερεύνηση. Αυτή η φάση διευκολύνεται από έναν δάσκαλο ή εκπαιδευτή (παρουσία διδασκαλίας) για να παρέχει σχόλια και πρόσθετες πληροφορίες προς αποφυγή παρανοήσεων. Αυτό συμβαίνει επειδή μερικές φορές οι απαντήσεις των μαθητών είναι σωστές αλλά ανεπαρκείς και χρειάζονται περισσότερες διευκρινίσεις και είναι απαραίτητο για την επιβεβαίωση της γνωστικής ανάπτυξης και την ενίσχυση των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης στους μαθητές.



- **Επίλυση** : Αυτό είναι το τελευταίο στάδιο του μοντέλου γνωστικής παρουσίας στο οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν ολοκληρωμένες ιδέες για την επίλυση του προβλήματος ή εφαρμόζουν νεόκτιστο νόημα σε διαφορετικές καταστάσεις για την επίλυση ζητημάτων.

Εκφράζουν ουσιαστικά μια αίσθηση της σύγχυσης και αναγνωρίζουν το πρόβλημα για την ενεργοποίηση της εκάστοτε κατηγορίας συμβάντων. Για την κατηγορία της εξερεύνησης, οι δείκτες είναι : ανταλλαγή πληροφοριών, απόκλιση, προτάσεις, καταιγισμός ιδεών, και διαίσθηση. Για την κατηγορία της ολοκλήρωσης, οι δείκτες συνδέουν ιδέες, εφαρμόζουν νέες ιδέες, λύσεις και σύνθεση. Για την κατηγορία της ανάλυσης οι δείκτες είναι εφαρμογή, και δοκιμή.

Έχουν διεξαχθεί διαφορετικές μελέτες σχετικά με την κοινότητα διερεύνησης στην εκπαίδευση της Χημείας. Μια μελέτη που διεξήχθη σχετικά με τη διαδραστική συμμετοχή στην κοινότητα σε μαθήματα οργανικής χημείας (McDonnell,2015) έδειξε ότι η διδασκαλία με τη χρήση διαδικτυακής διαχείρισης μάθησης προωθεί την ενίσχυση της απόδοσης των μαθητών σε σύγκριση με εκείνους που χρησιμοποίησαν παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης. Μια άλλη μελέτη (Luna et al,2015) σχετικά με τη συνεργασία σε cloud υποδομή για διαδικτυακά μαθησιακά περιβάλλοντα σε εργαστήριο Χημείας, ανέφερε ότι η εργασία στην διαδικτυακή κοινότητα αυξάνει την αλληλεπίδραση και την ποιότητα των εργαστηριακών εκθέσεων σε σύγκριση με την παραδοσιακή συνεργασία. Μια επιπλέον έρευνα σχετικά με την εφαρμογή των wikis ως συνεργατικό εργαλείο στη διδασκαλία της Χημείας και της μηχανικής συστημάτων τηλεπικοινωνιών (Díez-Pascual,2018) απέδειξε ότι οι μαθητές που ήταν ιδιαίτερα αφοσιωμένοι στα wikis αποδίδουν καλύτερα από άλλους και οι μαθητές Χημείας είχαν καλύτερες επιδόσεις από τους μαθητές στη μηχανική συστημάτων τηλεπικοινωνιών λόγω της ισχυρής σύνδεσης και της αφοσίωσής τους στα wikis. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η κοινότητα έρευνας των μαθητών σε διαδικτυακή συνεργασία τους βοηθά να λύσουν προβλήματα στην οργανική χημεία.

#### **4.4. Η διαδικτυακή μάθηση για την απόκτηση γνώσεων και την κατανόηση θεωριών και πρακτικών της Χημείας**

Η διαδικτυακή μάθηση προωθεί τις αντιλήψεις των μαθητών και βελτιώνει την επιδεκτικότητα τους. Ως εκ τούτου, η διαδικτυακή μάθηση επιδρά θετικά στην εννοιολογική κατανόηση των ζητημάτων που άπτονται της επιστήμης της Χημείας.

Η έρευνα των Iyamuremye et al (2023) κατέδειξε ότι η χρήση εφαρμογών υπολογιστών έχει θετικό αντίκτυπο στη διδασκαλία και την εκμάθηση της Χημείας. Η μελέτη του Pyatt (2014), έδειξε ότι

το λογισμικό υπολογιστών είναι σημαντικό για τη διδασκαλία και την αξιολόγηση της γραφής των χημικών αντιδράσεων και την εξισορρόπηση των χημικών αντιδράσεων και τη συγγραφή τύπων χημικών αντιδράσεων. Η χρήση του λογισμικού υπολογιστών Chems sketch και PhET αυξάνει την εννοιολογική κατανόηση του μαθητή για την αναπαράσταση της χημικής δομής των μορίων του όζοντος, του νερού, του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου. Διαπιστώθηκε επίσης ότι το λογισμικό PhET είναι αποτελεσματικό στη διδασκαλία της πολικότητας των μορίων, της ηλεκτραρνητικότητας, της μοριακής γεωμετρίας, των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των μορίων. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι λογισμικό υπολογιστών όπως είναι το : ChemDraw, Isis / Draw, ChemBio-draw, HyperChem, Gaussian, Chemofis και Crocodile δημιουργεί τη βάση για την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Χημεία, τη μεταφορά και την εδραίωση της γνώσης. Με την αύξηση των τεχνολογιών Web 2.0 έχουν αναπτυχθεί διάφορα αποτελεσματικά εργαλεία που κινούνται προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Σύμφωνα με τον Romero και τους συνεργατες του (2019) σε έρευνα τους σχετικά με την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής εργαλείων Web 2.0 σε διαλέξεις οργανικής χημείας όσον αφορά στην κατανόηση των βασικών της εννοιών από τους μαθητές, αποκάλυψε ότι η εφαρμογή εργαλείων που βασίζονται στο διαδίκτυο αυξάνει την απόδοση των μαθητών. Επιπλέον, οι μαθητές που χρησιμοποιούν διαδικτυακή μάθηση αποδίδουν σημαντικά καλύτερα στην εκμάθηση της γεωμετρικής δομής των μορίων και των σχετικών φυσικών και χημικών ιδιοτήτων τους. Τέλος, η μελέτη του Iyamuraemye και συνεργατών του (2023) έχει δείξει ότι διαδικτυακή μάθηση είναι μια αποτελεσματική προσέγγιση για τη διδασκαλία της θερμοχημείας ή της χημικής θερμοδυναμικής.

Η έρευνα των Chirlesan & Chirlesan (2017) έδειξε ότι τα εργαλεία Web 2.0 αυξάνουν τα κίνητρα και την επίδοση των μαθητών κυρίως εξαιτίας της οπτικοποίησης των χημικών δομών και της εργαστηριακής πρακτικής. Επιπλέον, η τεχνολογική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη εργαλείων Web 3.0. Ο Ιστός 3.0 ονομάζεται ευφυής ιστός ή σημασιολογικός ιστός με τεχνολογίες όπως μεγάλα δεδομένα, συνδεδεμένα δεδομένα, υπολογιστικό νέφος, τρισδιάστατη απεικόνιση, επαυξημένη πραγματικότητα, προκειμένου να κάνουν τους παθητικούς μαθητές ενεργούς στη διαδικασία της μάθησης. Επιπλέον, μια μελέτη σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διαδικτυακής διδασκαλίας στη μάθηση και τη διδασκαλία της Χημείας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αποκάλυψε ότι η χρήση της διαδικτυακής μάθησης αυξάνει την απόδοση των μαθητών όσον αφορά θέματα όπως τα οξέα και τα παράγωγα τους, ως προς την ονοματολογία, τους τύπους, τις λειτουργικές ομάδες, τις δομές, την ταυτοποίηση και τις αντιδράσεις τους σε

σύγκριση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας (Iyamuremye et al.,2023). Επίσης, έρευνα σχετικά με την επίδραση της εφαρμογής του διαδικτυακού τρόπου διδασκαλίας στη στάση των μαθητών απέναντι στη Χημεία διαπίστωσε ότι υπήρχε σημαντική διαφορά και συγκεκριμένα βελτιώθηκε μετά την εφαρμογή του διαδικτυακού τρόπου διδασκαλίας. Έρευνα, η οποία διεξήχθη, πραγματοποιώντας σύγκριση μεταξύ της αποτελεσματικότητας της εργασίας σε χαρτί και της εργασίας στο διαδίκτυο στη διδασκαλία της Γενικής Χημείας απέδειξε ότι η εργασία στο Διαδίκτυο ήταν πιο αποτελεσματική καθώς μειώνει το χρόνο που αφιερώνεται για τη βαθμολόγηση, την καταγραφή και την επιστροφή εγγράφων στους εκπαιδευτικούς. Η προστιθέμενη αξία της διαδικτυακής εργασίας περιελάμβανε τη στιγμιαία ανατροφοδότηση και την ικανότητα επανυποβολής των εργασιών.

Συνεχίζοντας την παράθεση ερευνητικών αποτελεσμάτων, η διαδικτυακή μάθηση παρέχει μια μεγάλη ευκαιρία και φέρνει μια πιο συγκεκριμένη εμπειρία στους μαθητές σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με άλλους συγγραφείς, οι οποίοι εξέτασαν την αλληλεπίδραση των μαθητών Χημείας με τη διαδικτυακή διαχείριση μάθησης και διαπίστωσαν ότι οι μαθητές που είχαν πρόσβαση σε διαδικτυακούς πόρους (κουίζ και σημειώσεις αυτοαξιολόγησης) είχαν καλύτερη απόδοση στη συνοπτική αξιολόγηση από εκείνους που δεν το έκαναν, ενώ οι μαθητές που είχαν κίνητρο να χρησιμοποιήσουν διαδικτυακούς πόρους είχαν καλύτερη απόδοση στις εξετάσεις.

Ωστόσο, οι επιδόσεις των μαθητών στη Χημεία συσχετίζονται με τη στάση τους απέναντι στην ικανότητά τους να χρησιμοποιούν την τεχνολογία των πληροφοριών. Οι μαθητές που έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση της τεχνολογίας των πληροφοριών εμφανίζουν υψηλότερες επιδόσεις στη χημεία από άλλους. Αυτό είναι σύμφωνο με τη μελέτη που διεξήχθη σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διαδικτυακής μάθησης στη διδασκαλία χημικών δεσμών για το πρώτο έτος της ανώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, και αποδείχθηκε ότι υπήρχε σημαντική συσχέτιση μεταξύ των αναμενόμενων και παρατηρούμενων αποτελεσμάτων για την ποιότητα των εικόνων και του βίντεο στην ηλεκτρονική μάθηση της Χημείας.

Όσον αφορά σε μελέτη που διεξήχθη σχετικά με τον αντίκτυπο των ΤΠΕ στα μαθήματα Χημείας και Φυσικής στα γυμνάσια του Μαρόκου, (Iyamuremye et al.,2023) τα μαθήματα που διδάσκονται με τη χρήση τυποποιημένης μεθόδου διδασκαλίας και τα πειραματικά μαθήματα που διδάσκονται με τη χρήση μεθόδου διδασκαλίας με βάση τις ΤΠΕ, διδάχθηκαν από τους ίδιους εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι υπάρχει υψηλός θετικός αντίκτυπος της

εκπαίδευσης με βάση τις ΤΠΕ στη Χημεία και τη Φυσική στα Γυμνάσια. Η μελέτη διαπίστωσε επίσης ότι η σωστή παιδαγωγική εφαρμογή των εργαλείων ΤΠΕ στη Χημεία και τη Φυσική είναι ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη για την καλύτερη απόδοση στην τάξη στη Χημεία και τη Φυσική και συμβούλεψε τους εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν τις ΤΠΕ στις καθημερινές διδακτικές πρακτικές τους. Μια άλλη μελέτη σχετικά με την επίδραση των εφαρμογών που βασίζονται στο Διαδίκτυο, στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη Χημεία κατέδειξε ότι οι διαδικτυακές εφαρμογές αυξάνουν θετικά τη στάση των μαθητών απέναντι στη Χημεία και αυτός ήταν ένας σημαντικός προγνωστικός παράγοντας της απόδοσης των μαθητών.

Τέλος, μια πειραματική προσέγγιση αξιολόγησε την επίδραση των εργαλείων μάθησης που βασίζονται στο Διαδίκτυο στην κατανόηση των μαθητών της έννοιας της στοιχειομετρίας χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα λογισμικού που ονομάζεται Mastering Chemistry Web (MCWeb). Σε αυτή τη μελέτη των No & Lai, ένα τμήμα φοιτητών χρησιμοποίησε το εκπαιδευτικό λογισμικό MCWeb ως εργασία στο σπίτι (ομάδα MCWeb), ενώ οι άλλοι χρησιμοποίησαν την εργασία με βάση το κείμενο (ομάδα non - MCWeb). Διαφορετικές αξιολογήσεις από αυτή τη μελέτη έδειξαν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις για τους μαθητές στην ομάδα MCWeb έναντι των μαθητών στην ομάδα non - MCWeb.

#### **4.5. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης κεφαλαίου**

Με βάση τα ευρήματα της ανασκόπησης αυτού του κεφαλαίου, φαίνεται ότι η διαδικτυακή μάθηση και διδασκαλία της επιστήμης, ειδικά της Χημείας, είναι καινοτόμος και θα μπορούσε να εφαρμοστεί για να βοηθήσει τους μαθητές όχι μόνο να αποκτήσουν γνώσεις στη Χημεία αλλά και να αναπτύξουν διαφορετικές δεξιότητες. Εάν χρησιμοποιείται η μεθοδολογία της διαδικτυακής μάθησης, το πρόγραμμα σπουδών θα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι εκπαιδευτικοί να γνωρίζουν ότι εκτός από τη διδασκαλία εννοιών Χημείας χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία πρόσωπο με πρόσωπο, υπάρχουν και άλλοι τρόποι ή τεχνικές στη διδασκαλία και τη μάθηση της Χημείας, όπως είναι η διαδικτυακή μάθηση.

Αυτή η ανασκόπηση έδειξε τη θετική συμβολή της διαδικτυακής μάθησης στη διδασκαλία της Χημείας, ειδικά σε περιόδους, όπως της πανδημίας Covid-19, όπου δεν ήταν δυνατή η πραγματοποίηση δια ζώσης διδασκαλίας. Επιπλέον, καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να προχωρά, υπάρχουν και άλλες μορφές διαδικτυακής μάθησης και διδασκαλίας, γνωστές ως κοινωνικά μέσα, που είναι φιλικές και οικείες στους νέους σε διαφορετικό πλαίσιο.

Τα αποτελέσματα αυτής της συνοπτικής, αλλά πλήρους μελέτης, θα μπορούσαν να προωθηθούν προς τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής ή τους φορείς λήψης αποφάσεων ώστε να υιοθετήσουν τέτοιες καινοτόμες μέθοδοι στα εκπαιδευτικά συστήματα των χωρών τους, αλλά και να ενημερώσουν τους εκπαιδευτικούς για τις βέλτιστες πρακτικές κατά τον σχεδιασμό και την παροχή διαδικτυακής διδασκαλίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

### 5.1. Βασική Φιλοσοφία Εφαρμογής

Στα πλαίσια του πρακτικού μέρους της εργασίας, αποφασίστηκε να υλοποιηθεί μια διαδραστική διαδικτυακή εφαρμογή για την εκμάθηση των χημικών στοιχείων, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

Το βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι ότι βασίζεται σε χρήση απλών τεχνολογιών, οι οποίες μπορούν εύκολα να αφομοιωθούν από οποιοδήποτε επιθυμεί την υλοποίηση εφαρμογής αυτού του τύπου. Πιο συγκεκριμένα, στηρίχθηκε στις παρακάτω γλώσσες προγραμματισμού:

- **HTML:** Πρόκειται για την πλέον διαδομένη γλώσσα, η οποία έχει σαν στόχο την δημιουργία περιεχομένου για το Διαδίκτυο.
- **CSS:** Πρόκειται για μία γλώσσα, η οποία έχει σαν στόχο την μορφοποίηση του περιεχομένου μιας ιστοσελίδας και την μετατροπή του σε ένα ελκυστικό περιβάλλον, κατάλληλο για την προσέλκυση ατόμων με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.

Όσο αφορά τον κώδικα δημιουργίας της εφαρμογής, παρατίθενται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ βασικά αποσπάσματά του, και είναι εύκολα κατανοητό πόσο απλοποιημένος είναι (και θα αποδειχθεί στην συνέχεια, πόσο ελκυστικό περιεχόμενο μπορεί να δημιουργήσει).

Όσο αφορά τη βασική φιλοσοφία της εφαρμογής, πρόκειται για μία εικονική πόλη, στην οποία μπορεί να περιηγείται ο εκπαιδευόμενος και επιλέγοντας συγκεκριμένα γραφικά στοιχεία, θα μπορεί να προβάλλει τις πληροφορίες των χημικών στοιχείων που σχετίζονται με αυτά. Τα χρησιμοποιούμενα γραφικά στοιχεία, έχουν εκπαιδευτικό περιεχόμενο και σχετίζονται με το τρόπο χρήσης κάθε χημικού στοιχείου (πχ. για το χλώριο χρησιμοποιείται σαν γραφικό στοιχείο μια ψίνα).

Πέρα από τη χρήση των γραφικών στοιχείων της πόλης, η γραφική διεπαφή της εφαρμογής:

- Διαθέτει μενού για την πλοήγηση του χρήστη.
- Χρησιμοποιεί χρωματικούς συνδυασμούς ελκυστικούς, για την αύξηση της προσέλκυσης του ενδιαφέροντος του χρήστη.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή απευθύνεται σε μαθητές δημοτικού ή πρώτων τάξεων γυμνασίου, οι οποίοι διαθέτουν περιορισμένο θεωρητικό υπόβαθρο

όσο αφορά τα χημικά στοιχεία. Εξάλλου, αυτός είναι και ο σκοπός της, δηλαδή μια πρώτη συναρπαστική επαφή με τον κόσμο των χημικών στοιχείων, η ανάδειξη της εκτεταμένης εφαρμογής της επιστήμης της Χημείας στα φαινόμενα της καθημερινότητας με σκοπό την καλλιέργεια θετικής προδιάθεσης για το αντικείμενο, στους μαθητές.

Όπως θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια, τα χημικά στοιχεία τα οποία αφορά η εφαρμογή είναι 5. Πολύ εύκολα ωστόσο θα μπορούσε να επεκταθεί και για την παρουσίαση περιεχομένου και για περισσότερα χημικά στοιχεία.

## 5.2. Διδακτικό Υλικό

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης ενότητας, παρουσιάζονται οι παρακάτω πίνακες οι οποίοι συνοψίζουν το περιεχόμενο το οποίο πρόκειται να οπτικοποιηθεί μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε χημικό στοιχείο καταγράφονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- Όνομα
- Περιγραφή
- Ποιοι το ανακάλυψαν
- Πότε ανακαλύφθηκε
- Πώς χρησιμοποιείται σήμερα

Αρχικά παρατίθενται οι πληροφορίες για το Χλώριο:

Όνομα στοιχείου	Χλώριο
Περιγραφή	Το χλώριο είναι ένα κιτρινοπράσινο πυκνό αέριο με έντονη μυρωδιά.
Ποιοι το ανακάλυψαν	Carl Wilhelm Scheele
Πότε ανακαλύφθηκε	1774
Πως χρησιμοποιείται σήμερα	Πισίνες, χαρτί, νερό

Πίνακας 1: Πληροφορίες για Χλώριο

Αντίστοιχος πίνακας για το Ήλιο:

Όνομα στοιχείου	Ήλιο
Περιγραφή	Το Ήλιο είναι αέριο. Δεν έχει οσμή ή χρώμα.
Ποιοι το ανακάλυψαν	Sir William Ramsay, Per Teodor Cleve και Nils Abraham Langlet
Πότε ανακαλύφθηκε	1895
Πώς χρησιμοποιείται σήμερα	Μπαλόνια, Καύσιμα Πυραύλων, Δεξαμενές Αέρα

Πίνακας 2: Πληροφορίες για Ήλιο

Αντίστοιχος πίνακας για το Σκάνδιο:

Όνομα στοιχείου	Σκάνδιο
Περιγραφή	Το Σκάνδιο είναι ένα ασημί-λευκό μέταλλο.
Ποιοι το ανακάλυψαν	Lars Frederik Nilson
Πότε ανακαλύφθηκε	1879
Πώς χρησιμοποιείται σήμερα	Γκολφ κλαμπ, πλαίσια ποδηλάτων, ρόπαλα του μπέιζμπολ

Πίνακας 3: Πληροφορίες για Σκάνδιο



Αντίστοιχος πίνακας για το Σίδηρο:

Όνομα στοιχείου	Σίδηρος
Περιγραφή	Είναι ένα στερεό γυαλιστερό, γκριζωπό μέταλλο που σκουριάζει με την υγρασία του αέρα.
Ποιοι το ανακάλυψαν	-
Πότε ανακαλύφθηκε	Περίπου 3500 π.Χ..
Πως χρησιμοποιείται σήμερα	Γέφυρες, αλυσίδες ποδηλάτων, μαχαιροπήρουνα

*Πίνακας 4: Πληροφορίες για Σίδηρο*

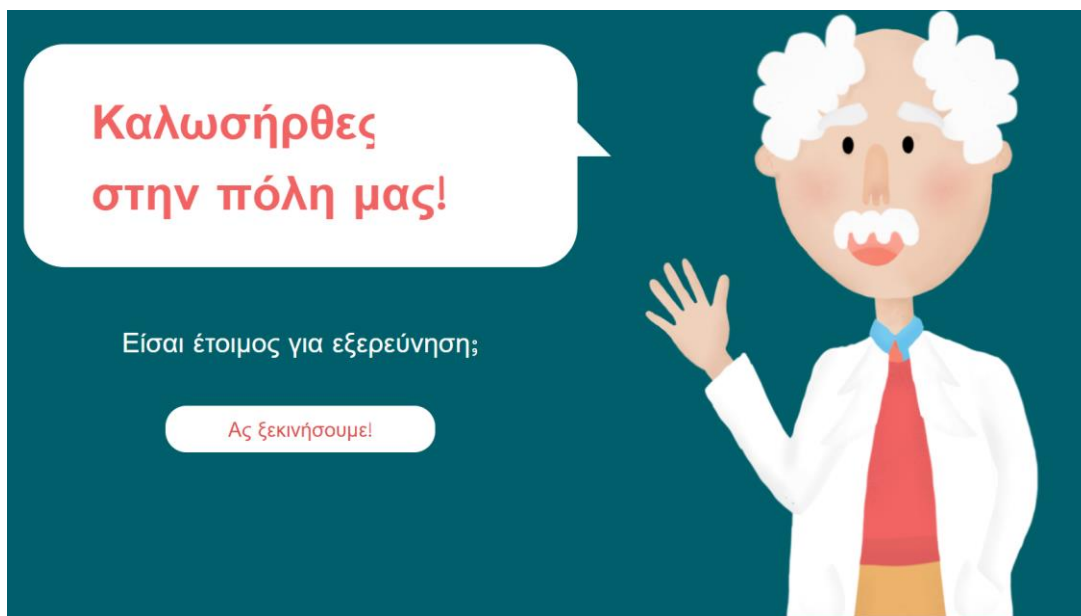
Τέλος, ο αντίστοιχος πίνακας για το Ξένο:

Όνομα στοιχείου	Ξένο
Περιγραφή	Το Ξένο είναι αέριο. Δεν έχει οσμή ή χρώμα
Ποιοι το ανακάλυψαν	Sir William Ramsay και Morris Travers
Πότε ανακαλύφθηκε	1898
Πως χρησιμοποιείται σήμερα	Λαμπτήρες λάμπης, λάμπες καμερών, διαστημόπλοια

*Πίνακας 5: Πληροφορίες για Ξένο*

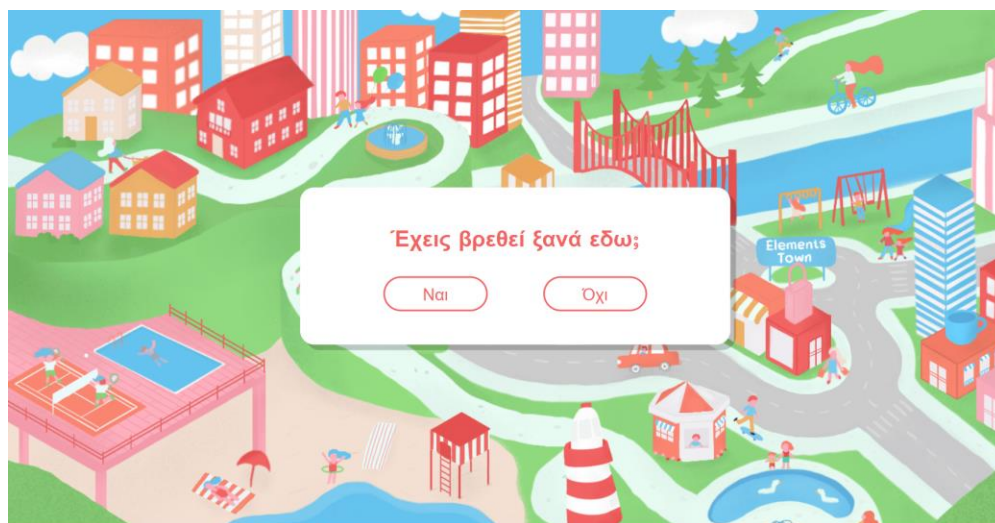
### 5.3. Λειτουργικότητα Εφαρμογής

Αρχικά παρουσιάζεται η αρχική σελίδα της εφαρμογής (Εικόνα 12):



*Εικόνα 12: Αρχική Σελίδα Εφαρμογής*

Ο χρήστης επιλέγοντας «Ας ξεκινήσουμε», εκδηλώνει την επιθυμία του να εισέλθει στην «Πόλη των Χημικών Στοιχείων». Μετά την επιλογή αυτή, εμφανίζεται η παρακάτω σελίδα (Εικόνα 13):



*Εικόνα 13: Ερώτηση χρήση*

Αν ο χρήστης επιλέξει όχι, μεταφέρεται στην παρακάτω σελίδα, όπου το εξηγείται με απλό τρόπο η λειτουργία της εφαρμογής:

🏠 Αρχική

? Βοήθεια

## Πως να παίξεις:



1. Ψάξε στην πόλη για να βρεις τα χημικά στοιχεία!



2. Μόλις βρεις ένα στοιχείο, θα γίνει μεγαλύτερο. Κλικάρε για να μάθεις!

Το κατάλαβα!

*Εικόνα 14: Σελίδα επεξήγησης τρόπου λειτουργίας της εφαρμογής*

Αν ο χρήστης επιλέξει ναι, τότε μεταφέρεται στην «Πόλη των Χημικών Στοιχείων» (Εικόνα 15):



*Εικόνα 15: Σελίδα της πόλης των χημικών στοιχείων*

Σε περίπτωση που ο χρήστης, επιλέξει το εικονίδιο της πισίνας, τότε εμφανίζεται η σελίδα με τις πληροφορίες για το Χλώριο:



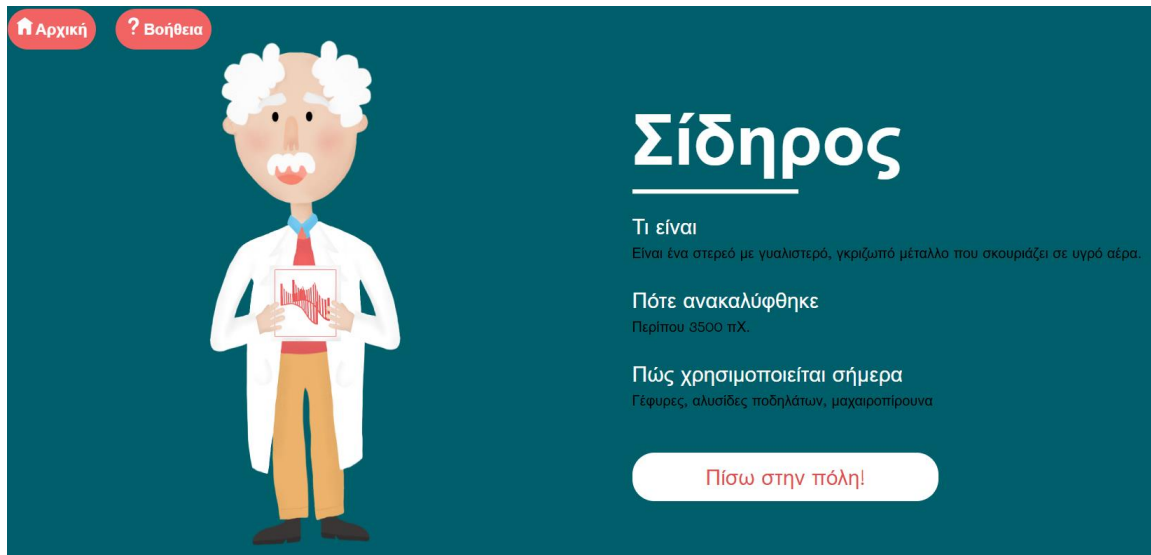
Εικόνα 16: Σελίδα για Χλώριο

Σε περίπτωση που ο χρήσης επιλέγει το εικονίδιο των παιδιών με τα μπαλόνια, εμφανίζεται η σελίδα για το Ήλιο:



Εικόνα 17: Σελίδα για Ήλιο

Σε περίπτωση που επιλέξει το εικονίδιο με την γέφυρα, εμφανίζεται η σελίδα πληροφοριών για τον Σίδηρο:



Εικόνα 18: Σελίδα για Σίδηρο

Σε περίπτωση που επιλέξει το εικονίδιο με το ποδήλατο, εμφανίζεται η σελίδα πληροφοριών για το Σκάνδιο:



Εικόνα 19: Σελίδα για Σκάνδιο

Τέλος, σε περίπτωση που επιλέξει το εικονίδιο με το διαστημόπλοιο, εμφανίζεται η σελίδα πληροφοριών για το Ξένο:

Αρχική Βοήθεια

# Ξένο

**Τι είναι**  
Το Ξένο είναι αέριο. Δεν έχει οσμή ή χρώμα

**Ποιος το ανακάλυψε**  
Sir William Ramsay και Morris Travers

**Πότε ανακαλύφθηκε**  
1898

**Πώς χρησιμοποιείται σήμερα**  
Λαμπτήρες λάμπης, λάμπες καμερών, διαστημόπλοια

Πίσω στην πόλη!

Εικόνα 20: Σελίδα για Ξένο

Η χρήση της εφαρμογής, αρχικά καθιστά τον τρόπο μετάδοσης των πληροφοριών περισσότερο μαθητο-κεντρικό. Ο μαθητής αυτενεργεί και ανακαλύπτει τμηματικά τις πληροφορίες αντί να τις ακούει παθητικά από το διδάσκοντα ή να διαβάζει τον πίνακα. Η φιγούρα του χημικού, κάνει πιο ενδιαφέρουσα την παρουσίαση, με περιθώρια περαιτέρω βελτίωσης, με επέκταση της και προσθήκη ηχητικής περιγραφής και κίνησης. Τα έντονα χρώματα είναι ιδιαίτερος βοηθητικά στην εστίαση της προσοχής ειδικά των μαθητών με ΔΕΠ-Υ, καθώς πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι ανάμεσα στους μαθητές αυτούς η χρήση ΤΠΕ, περιορίζει τα κυριότερα συμπτώματα του συνδρόμου, όπως παρορμητικότητα και υπερκινητικότητα. (Ιατράκη,2019)

Η οπτικοποίηση της πληροφορίας και η χρήση ενός περιβάλλοντος εικονικής πραγματικότητας, αυστηρά καθορισμένου και προβλέψιμου, βοηθά επιπλέον τους μαθητές με διαταραχή αυτιστικού φάσματος,(Kontoroulou et al.,2022) όπως επίσης και η δυνατότητα επανάληψης με τον προσωπικό τους ρυθμό, όπως ενδεχομένως θα μπορούσε να προσδιοριστεί σε συνεργασία με εκπαιδευτικό ειδικής αγωγής.

Η διεπαφή της εφαρμογής δεν είναι σύνθετη ώστε να μη δυσχεραίνει στο χειρισμό μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, ενώ απεικονίζεται ένα περιβάλλον οικείο, με εικόνες από την καθημερινή ζωή, καθώς οι αφηρημένες έννοιες δυσκολεύουν τους μαθητές με διαταραχή αυτιστικού φάσματος. Επίσης, η παρουσίαση των πληροφοριών μέσω της εφαρμογής, παρέχει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να προτρέψει τους μαθητές να τη χρησιμοποιήσουν σε ομάδες, προκειμένου να ενισχύσει τους μαθητών με ΔΑΦ, στην αντιμετώπιση των κοινωνικών τους ελλειμμάτων.(Παναγοπούλου,2024)

Τέλος, πολλές μελέτες τα τελευταία χρόνια έχουν καταδείξει ότι οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας δρουν υποβοηθητικά στη μαθησιακή διαδικασία, ενώ σε μία πρόσφατη μελέτη σε σχολείο της Ισπανίας, το 63% των εξεταζόμενων μαθητών απάντησε ότι η χρήση επαυξημένης

πραγματικότητας στη μελέτη των χημικών στοιχείων, αποτελεί κατάλληλη μέθοδο, ενώ ισχυρίστηκαν ότι η χρήση της τεχνολογίας ως μαθησιακό μέσο τους κάνει να αισθάνονται ότι κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία.

## Δραστηριότητες

Αμέσως μετά την περιήγηση τους στην εφαρμογή οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν το επόμενο φύλλο εργασίας το οποίο είναι επίσης προσανατολισμένο στην ανάδειξη των εφαρμογών της Χημείας στην καθημερινή ζωή, καθώς και μία πρώτη εισαγωγή στις έννοιες: χημικό στοιχείο, χημική ένωση, μέταλλα, μείγματα, υλικά, βιομόρια.

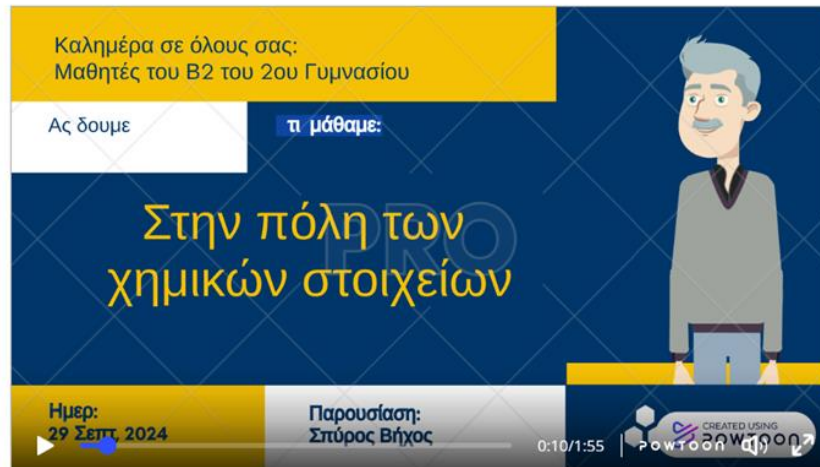
### Δραστηριότητα 2 – Φύλλο εργασίας 1

Συζήτηση στην τάξη:

- 1) Ποια από τα στοιχεία που είδαμε στην εφαρμογή είναι μέταλλα;  
.....
- 2) Ποια άλλα μέταλλα γνωρίζετε;  
.....
- 3) Τα μεταλλικά αντικείμενα που χρησιμοποιούμε αποτελούνται από ένα μέταλλο το καθένα; Γιατί; Τι είναι τα κράματα και γιατί τα χρησιμοποιούμε;  
.....  
.....  
.....
- 4) Ποια χημικά προϊόντα χρησιμοποιήσατε σήμερα το πρωί πριν φύγετε για το σχολείο;  
.....  
.....
- 5) Φωτοσύνθεση και κυτταρική αναπνοή: Ποιες ουσίες εμπλέκονται;  
(Βιολογία Α Γυμνασίου)  
.....  
.....

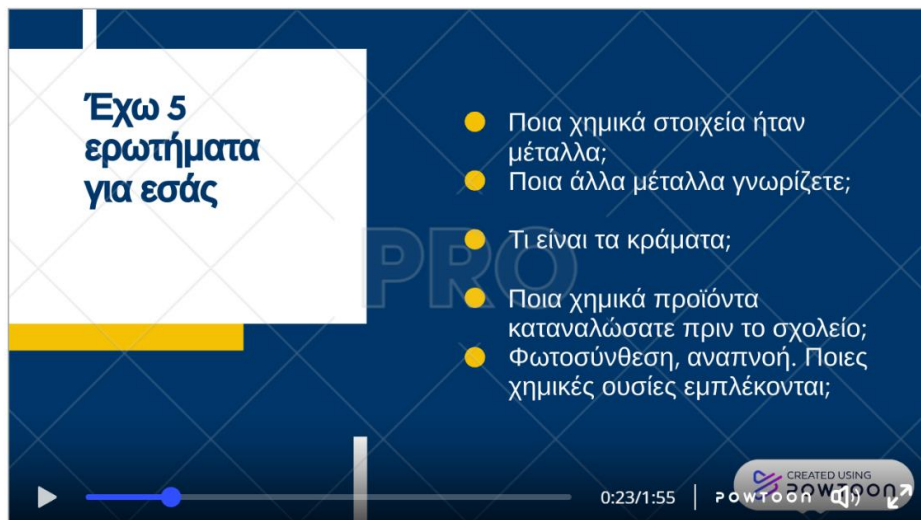
Οι ερωτήσεις του φύλλου εργασίας, θα μπορούσαν να παρουσιαστούν μέσω ενός βίντεο με κινούμενα σχέδια για το οποίο χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Powtoon, για την οποία έγινε λόγος σε προηγούμενο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

Ενδεικτικά παρατίθενται κάποια στιγμιότυπα:



Εικόνα 21: Εισαγωγή στο βίντεο

Η διατύπωση των ερωτημάτων μπορεί να γίνει στα πλαίσια του βίντεο και οι μαθητές να συμπληρώνουν τις απαντήσεις τους στο χαρτί.



Εικόνα 22: Ερωτήματα φύλου εργασίας 1

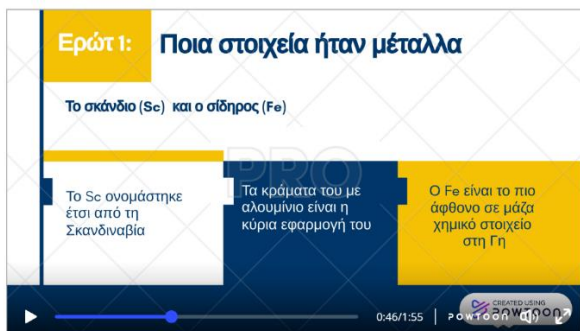
Πριν από την έναρξη των απαντήσεων στα ερωτήματα, προσελκύεται η προσοχή των μαθητών με μία έντονη εικόνα και μία σύντομη προτροπή:





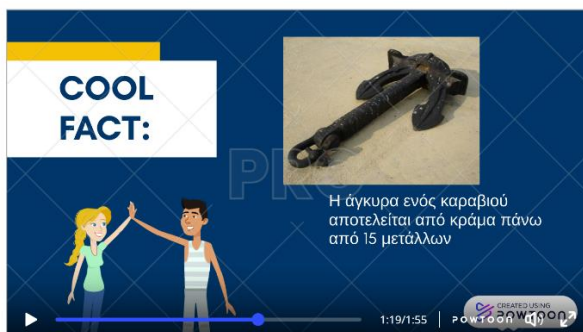
Εικόνα 23: Εισαγωγή στην απάντηση των ερωτημάτων

Προχωρώντας στα ερωτήματα, είτε παρέχονται πληροφορίες, είτε διεξάγεται ανοικτή συζήτηση μέσω καταγισμού ιδεών:



Εικόνα 24: Απάντηση στα ερωτήματα

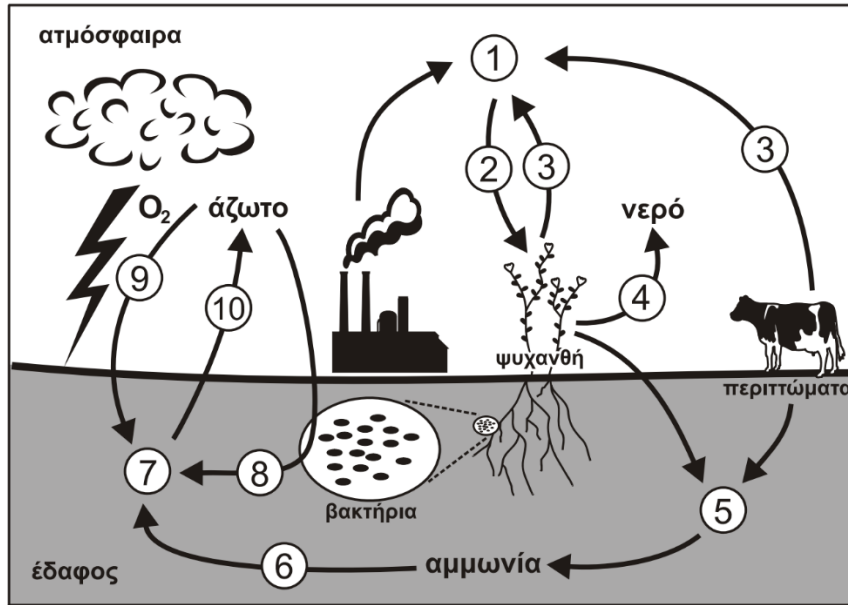
Για την περαιτέρω ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών, το βίντεο εμπλουτίζεται με επισημάνσεις σε σχέση με το πλήθος των εφαρμογών της Χημείας στην καθημερινή ζωή:



Εικόνα 25: Συσχέτιση με καθημερινή ζωή

### Δραστηριότητα 3 – Φύλλο εργασίας 2

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζονται οι κύκλοι του αζώτου και του άνθρακα στη φύση:



Εικόνα 26 Κύκλος αζώτου και άνθρακα  
 Πηγή: Θέματα Πανελλαδικών Εξετάσεων Βιολογίας Γενικής Παιδείας Γ' Λυκείου, 30/5/2014

α) ποια ονόματα χημικών ουσιών αναγνωρίζετε;

.....

β) ποιες διαδικασίες δηλώνουν οι αριθμοί 2 και 3 ; (γνωστές από τη βιολογία Α Γυμνασίου)

.....

γ) ποιες χημικές ουσίες υπάρχουν στους ζωντανούς οργανισμούς;

.....

δ) ποιο καύσιμο χρησιμοποιεί το εργοστάσιο της εικόνας; Είναι χημική ουσία; Μία ή πολλές;

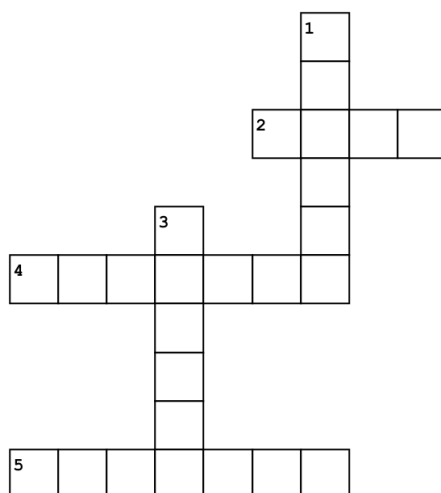
.....

## Δραστηριότητα 4 – Χημικό σταυρόλεξο

Χρησιμοποιώντας κάποιες από τις πληροφορίες για τα χημικά στοιχεία της εφαρμογής, δίνεται στους μαθητές προς επίλυση ένα απλό σταυρόλεξο.

Σχεδιάστηκε με τη βοήθεια του Crossword Labs. Πρόκειται για ένα “Web 2.0” εργαλείο δημιουργίας σταυρόλεξων. Είναι ιδιαίτερα απλό στη χρήση του, δεν απαιτεί δημιουργία λογαριασμού και το κυριότερο υποστηρίζει την ελληνική γλώσσα. Θα μπορούσε ως project να ανατεθεί σε ομάδες μαθητών να φτιάξουν και να παρουσιάσουν στην τάξη, τα δικά τους σταυρόλεξα. Με τον τρόπο αυτό και τη δράση μαθητών σε ομάδες, θα μπορούσαν να ενισχυθούν οι χαμηλές κοινωνικές δεξιότητες και να μετριασθεί η δυσκολία στο δημόσιο λόγο μαθητών με ΔΑΦ, όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας, αλλά και να βοηθήσει τους μαθητές να εξασκηθούν στον ορθό τρόπο γραφής των χημικών όρων.

## ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ



### Across

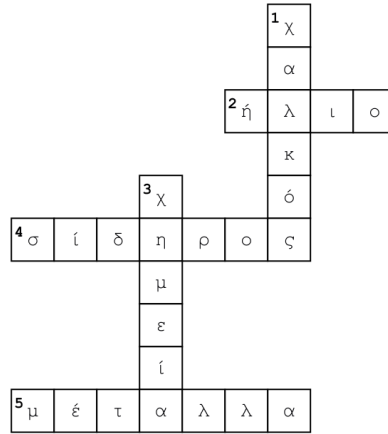
2. Κάνει τα μπαλόνια και τη συχνότητα της φωνής να πάνε ψηλά
4. Στις γέφυρες, στις φακές και στα μαχαιροπήρουνα
5. Σκληρά και ανθεκτικά στερεά υλικά μεγάλης πυκνότητας

### Down

1. Υπάρχει στα ηλεκτρικά καλώδια και στο τρίτο μέταλλιο
3. Είναι σαν μαγεία, αλλά αληθινή

Απαντήσεις:

## ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, αρχικά πραγματοποιήθηκε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία της Χημείας. Ιδιαίτερα επίσης έμφαση δόθηκε στην εφαρμογή των ΤΠΕ με σκοπό την ενίσχυση της μάθησης μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

Ένα βασικό συμπέρασμα, το οποίο προκύπτει με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών επιδρούν με θετικό πρόσημο στην διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας, ενισχύοντας το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών, και ιδίως εκείνων που αντιμετωπίζουν προβλήματα προσαρμογής και παρακολούθησης των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας της Χημείας. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση είναι αυτή των εικονικών εργαστηρίων, τα οποία δημιουργούν μια συναρπαστική εμπειρία στον εκπαιδευόμενο. Επίσης, προσφέρουν λύση σε ζητήματα αδυναμίας πρόσβασης σε πραγματικά εργαστήρια και ελλείψεων σε ακριβά αντιδραστήρια, ενώ περιορίζουν τους δυνητικούς κινδύνους από τη χρήση χημικών αντιδραστηρίων από μαθητές.

Βέβαια, εξακολουθούν να υπάρχουν προκλήσεις, οι οποίες σχετίζονται με την οικονομική επιβάρυνση αγοράς εξοπλισμού και λογισμικού, οι οποίες ωστόσο θα πρέπει να ξεπερνιούνται από τις εκάστοτε κυβερνήσεις, ώστε να αμβλυνθούν οι μαθησιακές ανισότητες και να ενισχυθεί η εμπέδωση της γνώσης σε ζητήματα που άπτονται της επιστήμης της Χημείας.

Όσον αφορά στη διαδικτυακή εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε, έγινε σαφές το πλήθος των διαδραστικών και ωφέλιμων εκπαιδευτικών σεναρίων που μπορούν να δημιουργηθούν με χρήση ΤΠΕ. Πρόκειται για μια εφαρμογή, η οποία μπορεί εύκολα να επεκταθεί, οδηγώντας σε πιο θεαματικά αποτελέσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΩΔΙΚΑ

### Αρχική Σελίδα

```
< !DOCTYPE html >
  < html lang = “ en “ >
< head >
  < meta charset = “ utf-8 “ >
    < meta name = “ viewport “ content = “ width = device-width, initial-scale = 1 “ >

    < title > Καλωσήρθες στην πόλη των χημικών στοιχείων!!! < / title >

    < link href = 'css / elements.css' type = 'text / css' rel = 'stylesheet' / >

    < link href = “ https : / / fonts.googleapis.com / css?family = Mali : 400,500,600 “ rel =
“ stylesheet “ >
< / head >
< article >
  < body bgcolor = “ #005F6A “ >

< div class = “ wrapper “ >
  < div class = “ box one “ >
    < div class = “ speech-bubble “ >
      < div class = “ css-typing “ >          < h1 > Καλωσήρθες < / h1 >
        < h1 > στην πόλη μας! < / h1 >
      < / div >
    < / div >
  < / div >
```

```
< h2 > Είσαι έτοιμος για εξερεύνηση; < /h2 >

< div class = “ mobileHide “ > < div class = “ button-container “ >
  < a href = “ popup.html “ >
  < button class = “ button “ >

    < span >
      < p > Ας ξεκινήσουμε! < /p >

    < /span >

  < /button >
  < /a >
< /div > < /div >

  < div class = “ mobileShow “ >
< div class = “ button-container “ >
  < a href = “ elementlist.html “ >
  < button class = “ buttonmobile “ >

    < span >
      < p > Ας ξεκινήσουμε < /p >

    < /span >

  < /button >
  < /a >
  < /div >
< /div >
< /div >
```

```
< div class = “ box two “ >
  < img src = “ images / scientist1.png “ >
  < / div >

< / div >
< / body >
< / article >
```

## Σελίδα Απεικόνισης Πόλης

```
< !DOCTYPE html >
  < html lang = “ en “ >

< head >

  < meta charset = “ utf-8 “ >
  < meta name = “ viewport “ content = “ width = device-width, initial-scale = 1 “ >

    < title > Καλωσήρθες στην πόλη των χημικών στοιχείων!!! < / title >
  < link href = 'css / elements.css' type = 'text / css' rel = 'stylesheet' / >

  < link href = “ https : / / fonts.googleapis.com / css?family = Mali : 400,500,600 “ rel
= “ stylesheet “ >

  < div class = “ navbar “ >
  < nav class = “ fill “ >
    < ul >
      < li >
        < b >
```



```
< a href = " index.html " >
  < div class = " icon " >
    < img src = " images / home.svg " width = " 20px " height = " 20px "
>
  < / div > Αρχική
  < / a >
< / b >
< / li >

< li >
  < b >
    < a href = " help.html " >
      < div class = " icon " >
        < img src = " images / help.svg " width = " 20px " height = " 20px "
>
      < / div > Βοήθεια
    < / a >
  < / b >
< / li >
< / ul >
< / nav >
< / div >

< / head >

< article >
  < body background = " images / elementstown.png " > < / body >
< div class = " elements-wrapper " >
< div class = " box three " >
  < div class = " element-image " >
    < a class = " url " href = " chlorine.html " >
```

```
< img src = " images / Untitled _ Artwork % 2012 . png " style = " width : 170 px ; height
: 100 px " >
  < / a >
< / div >
< / div >

< div class = " box four " >
  < div class = " element - image " >
    < a class = " url " href = " helium . html " >
      < img src = " images / Untitled _ Artwork % 2013 . png " style = " width : 140 px ; height
: 140 px " >
        < / a >
      < / div >
    < / div >

< div class = " box five " >
  < div class = " element - image " >
    < a class = " url " href = " Xenon . html " >
      < img src = " images / Untitled _ Artwork % 2010 . png " style = " width : 250 px ; height
: 250 px " >
        < / a >
      < / div >
    < / div >

< div class = " box six " >
  < div class = " element - image " >
    < a class = " url " href = " iron . html " >
      < img src = " images / Untitled _ Artwork % 2014 . png " style = " width : 250 px ; height
: 250 px " >
        < / a >
      < / div >
    < / div >
```

```
< /div >

< div class = “ box seven “ >
  < div class = “ element-image “ >
    < a class = “ url “ href = “ Scandium.html “ >
      < img src = “ images / Untitled_Artwork%2011.png “ style = “ width : 100px; height
: 100px “ >
    < /a >
  < /div >
< /div >

< /div >

< /body >
< /article >
< /html >
```

## Σελίδα Παροχής Βοήθειας

```
< !DOCTYPE html >
  < html lang = “ en “ >

< head >

  < meta charset = “ utf-8 “ >
  < meta name = “ viewport “ content = “ width = device-width, initial-scale = 1 “ >
```

```
< title > Καλωσήρθες στην πόλη των χημικών στοιχείων!!! < / title >
```

```
< link href = 'css / elements.css' type = 'text / css' rel = 'stylesheet' / >
```

```
< link href = “ https : / / fonts.googleapis.com / css?family = Mali : 400,500,600 “ rel =  
“ stylesheet “ >
```

```
< div class = “ navbar “ >
```

```
< nav class = “ fill “ >
```

```
< ul >
```

```
< li > < b > < a href = “ index.html “ > < div class = “ icon “ > < img  
src = “ images / home.svg “ width = “ 20px “ height = “ 20px “ > < / div > Αρχική <  
/ a > < / b > < / li >
```

```
< li > < b > < a href = “ help.html “ > < div class = “ icon “ > < img  
src = “ images / help.svg “ width = “ 20px “ height = “ 20px “ > < / div > Βοήθεια <  
/ a > < / b > < / li >
```

```
< / ul >
```

```
< / nav >
```

```
< / div >
```

```
< / head >
```

```
< article >
```

```
< div class = “ title “ >
```

```
< h1 > Πως να παίξετε : < / h1 > < / div >
```

```
< div class = “ help-wrapper “ >
```

```
< div class = “ box eight “ >
  < img src = “ images / search.png “ width = “ 200px “ height = “ 200px “ > < p
class = “ help-text “ > 1. Ψάξε στην πόλη για να βρεις τα χημικά στοιχεία! < / p >
  < / div >
  < div class = “ box nine “ > < img src = “ images / hover.png “ width = “ 200px “
height = “ 200px “ > < p class = “ help-text “ > 2. Μόλις βρεις ένα στοιχείο, θα γίνει
μεγαλύτερο. Κλίκαρε για να μάθεις! < / p >
  < / div > < / div >

< div class = “ help-button-container “ >
  < a href = “ elements.html “ >
  < button class = “ help-button “ >
    < span >
      < p > Το κατάλαβα! < / p >
    < / span >
  < / button >
  < / a >
< / div >
< / article > < / html >
```

## Σελίδα Εμφάνισης Πληροφοριών Στοιχείου

```
< !DOCTYPE html >
< html lang = “ en “ >

< head >

< meta charset = “ utf-8 “ >
< meta name = “ viewport “ content = “ width = device-width, initial-scale = 1 “ >

< title > Καλωσήρθες στην πόλη των χημικών στοιχείων!!! < / title >

< link href = 'css / info.css' type = 'text / css' rel = 'stylesheet' / >

< link href = “ https : / / fonts.googleapis.com / css?family = Mali : 400,500,600 “ rel =
“ stylesheet “ >

< div class = “ navbar “ >
< nav class = “ fill “ >
< ul >
< li >
< b >
< a href = “ index.html “ >
< div class = “ icon “ >
< img src = “ images / home.svg “ width = “ 20px “ height = “ 20px “
>
< / div > Αρχική
< / a >
< / b >
< / li >
```

```
< li >
  < b >
    < a href = " help.html " >
      < div class = " icon " >
        < img src = " images / help.svg " width = " 20px " height = " 20px "
>
      < / div > Βοήθεια
    < / a >
  < / b >
< / li >
< / ul >
< / nav >
< / div >

< / head >

  < body bgcolor = "#005F6A " >
< article >
  < div class = " help-wrapper " >
    < div class = " box one " >

    < img src = " images / helium.png " style = " width : 400px; height : 600px " >

  < / div >

  < div class = " box two " >

  < h1 class = " helium " > Ήλιο < / h1 >
```

```
< h2 > Τι είναι < /h2 >
```

```
< p > Το Ήλιο είναι αέριο. Δεν έχει οσμή ή χρώμα. < /p >
```

```
< h2 > Ποιος το ανακάλυψε < /h2 >
```

```
< p > Sir William Ramsay, Per Teodor Cleve και Nils Abraham Langlet < /p >
```

```
< h2 > Πότε ανακαλύφθηκε < /h2 >
```

```
< p > 1895 < /p >
```

```
< h2 > Πώς χρησιμοποιείται σήμερα < /h2 >
```

```
< p > Μπαλόνια, Καύσιμα Πυραύλων, Δεξαμενές Αέρα < /p >
```

```
< div class = “ button-container “ >
```

```
< a href = “ elements.html “ >
```

```
< button class = “ button “ >
```

```
< span >
```

```
< p > Πίσω στην πόλη! < /p >
```

```
< /span >
```

```
< /button >
```

```
< /a > < /div > < /div >
```

```
< /div > < /article >
```



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Adebisi, R. O., Liman, N. A., & Longpoe, P. K. (2015). Using assistive technology in teaching children with learning disabilities in the 21st century. *Journal of Education and Practice*, 6(24), 14-20.

Aldosari S.S., Ghita B., Marocco D. (2021). A Gesture-Based Educational System that Integrates Simulation and Molecular Visualization to Teach Chemistry. Retrieved from: <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i04.26503>

Ali, G. Haolader, F. A., & Muhammad, K. (2013). The role of ICT to make teaching-learning effective in higher institutions of learning in Uganda. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(8), 61-73

Alnahdi, G. (2014). Assistive technology in special education and the universal design for learning. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 13(2), 18-23.

Badilla-Quintana M.G., Valenzuela E.S. Salazar Arias M. (2020) Augmented Reality as a Sustainable Technology to Improve Academic Achievement in Students with and without Special Educational Needs. *Sustainability*, vol 2, 12, 8116 , retrieved on September 13, 2024 from: [Sustainability | An Open Access Journal from MDPI](#)

Bagon, Š., Gačnik, M., & Starcic, A. I. (2018). Information communication technology use among students in inclusive classrooms. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 13(6), 56.

Bellou, I., Papachristos, N. M., & Mikropoulos, T. A. (2018). Digital learning technologies in chemistry education: A review. *Digital technologies: Sustainable innovations for. improving teaching and learning*, 57-80.

Bharathy, J. B. (2015). Importance of computer assisted teaching & learning methods for chemistry. *Science Journal of Education*, 3(4-1), 11-16.

Brown, T. (2014). ChemDraw. *The Science Teacher*, 81(2), 67.

Chatterjee, R., Bandyopadhyay, A., Chakraborty, S., & Dutta, S. (2023). Digital education: the basics with slant to digital pedagogy-an overview. *Digital learning based education: transcending physical barriers*, 63-80.

Chirlesan, G., & Chirlesan, D. (2017). Web 2.0 Technologies for Reading Promotion: Findings from Research and Achievements in Romania. In *ICERI2017 Proceedings* (pp. 7129-7137). IATED.

De Quadros A.L. et al., (2011) "The knowledge of chemistry in secondary education: difficulties from the teachers' viewpoint," *Educ. química*, vol. 22, no. 3, pp. 232–239,.Retrieved from: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30139-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30139-3)

Dewi, R. K., Kholis, N., Marpuah, S., & Ghozali, M. (2022). ICT Based Chemistry Learning Innovation To Improve Student's Creativity In The Digital Era. *Journal of Social Transformation and Regional Development*, 4(2), 65-74.

Díez-Pascual, A. M., García-Díaz, P., & Peña-Capilla, R. (2018). Experience in the Use of Social Software to Support Student Learning in University Courses of Science and Engineering Degrees. *Education Sciences*, 9(1), 5.

Dori, Y. J., Ngai, C., & Szteinberg, G. (Eds.). (2023). *Digital Learning and Teaching in Chemistry*. Royal Society of Chemistry.

Fibonacci, A., Wahid, A., Lathifa, U., Zammi, M., Wibowo, T., & Kusuma, H. H. (2021, February). Development of chemistry e-module flip pages based on chemistry triplet representation and unity of sciences for online learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1796, No. 1, p. 012110). IOP Publishing.

Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan Spotlight*, 27(5), 47-50.

Haldorai, A., Murugan, S., & Ramu, A. (2021). Evolution, challenges, and application of intelligent ICT education: An overview. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(3), 562-571.

Hasanudin, C., Fitriyaningsih, A., & Saddhono, K. (2019). The use of wondershare filmora version 7.8. 9 media apps in flipped classroom teaching. *Review of Computer Engineering Studies*, 6(3), 51-55.

Herraez, A. (2006). Biomolecules in the computer: Jmol to the rescue. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(4), 255-261.

*International Journal on Recent Researches in Science, Engineering & Technology (IJRRSET)*, 6(5), 11-18.

Ishtiaq H., Qaiser S. , Naseer ud Din M., Shafique F. (2017) Effects of Information and Communication Technology (ICT) on Students' Academic Achievement and Retention in Chemistry at Secondary Level. *Journal of Education and Educational Development* Vol. 4, No1.

Iyamuremye, A., Mukiza, J., Nsengimana, T., Kampire, E., Sylvain, H., & Nsabayezu, E. (2023). Knowledge construction in chemistry through web-based learning strategy: a synthesis of literature. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5585-5604.

Jennings, T. (2007). Addressing diversity in US teacher preparation programs: A survey of elementary and secondary programs' priorities and challenges from across the United States of America. *Teaching and Teacher Education*, 23(8), 1258-1271.

Kontopoulou M.T., Papageorgiou V., Malli E., Mertsioti L., Drigas A. (2022) Special education in science teaching. *Technium Education and Humanities* Vol. 2, No. 4 pp.19-33. Retrieved on September 4, 2024, from: [Technium Science](#)

Kotoua, S., Ilkan, M., & Kilic, H. (2015). The growing of online education in Sub Saharan Africa: Case study Ghana. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 2406-2411.

Li, Z., Wan, H., Shi, Y., & Ouyang, P. (2004). Personal experience with four kinds of chemical structure drawing software: review on ChemDraw, ChemWindow, ISIS/Draw, and ChemSketch. *Journal of chemical information and computer sciences*, 44(5), 1886-1890.

Luna, B., Marek, S., Larsen, B., Tervo-Clemmens, B., & Chahal, R. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual review of neuroscience*, 38, 151-170.

Mathevula M.D., Uwizeyimana D.E. (2014) The Challenges Facing the Integration of ICT in Teaching and Learning Activities in South African Rural Secondary Schools. *Mediterranean Journal of Social Sciences* MCSER Publishing, Rome-Italy, Vol 5 No 20  
Doi:10.5901/mjss.2014.v5n20p1087

McDonnell, C. (2015). Innovative Community-Engaged Learning Projects: From Chemical Reactions to Community Interactions. *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends*, 345-374.

McMahon, D., Cihak D., Wright R., & Bell, S., (2016). Augmented Reality for Teaching Science Vocabulary to Postsecondary Education Students With Intellectual Disabilities and Autism. *JRTE*, 48, 38–56. Mechling, L. (2005). The Effect of Instructor-Created Video Programs to Teach Students with Disabilities: A Literature Review. *Journal of Special Education Technology*, 20(2), 25–36.

Mihindo, W. J., Wachanga, S. W., & Anditi, Z. O. (2017). Effects of Computer-Based Simulations Teaching Approach on Students' Achievement in the Learning of Chemistry among Secondary School Students in Nakuru Sub County, Kenya. *Journal of education and practice*, 8(5), 65-75.

No, S. O. W., & Lai, E. Study of Mastering Chemistry at selective research university.

Nsabayezu, E., Iyamuremye, A., Urengejeho, V., Mukiza, J., Ukobizaba, F., Mbonyiryivuze, A., & Kwitonda, J. D. D. (2022). Computer-based learning to enhance chemistry instruction in the inclusive classroom: Teachers' and students' perceptions. *Education and Information Technologies*, 27(8), 11267-11284.

Nyerere, J. K., Gravenir, F. Q., & Mse, G. S. (2012). Delivery of open, distance, and e-learning in Kenya. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(3), 185-205.

Oktaviani, L., & Mandasari, B. (2020). Powtoon: A digital medium to optimize students' cultural presentation in ELT classroom. *Teknosastik*, 18(1), 33-41.

Omiko, A., Igwe, I. O., / Ukpa, J. I. )2017=. Using of inclusive education to enhance the teaching of chemistry to the visually impaired students in secondary schools. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 4(05), 5148-5156.

Osman K. , Sukor N.S., “Conceptual Understanding in Secondary School Chemistry: A Discussion of the Difficulties Experienced by Students,” *Am. J. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 5, pp. 433–441, May 2013. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2013.433.441>

Paul, P., Bhimali, A., Kalishankar, T., Aithal, P. S., & Rajesh, R. (2018). Digital education and learning: the growing trend in academic and business spaces—An international overview.

Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The physics teacher*, 44(1), 18-23.

Pyatt, K. (2014). Use of chemistry software to teach and assess model-based reaction and equation knowledge. *Journal of Technology and Science Education*, 4(4), 215-227.

Romero, R. M., Vidal Espinosa, L. O., & Ramírez Hernández, D. (2019). Organic chemistry basic concepts teaching in students of large groups at Higher Education and Web 2.0 tools. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 281-313.

Sharma, R. (2003). Barriers in using technology for education in developing countries. *Computers & Education*, 41(1), 49-63.

Singh, J., Chitranshi, A., Malla, U. A., & Kumar, P. (2023). Recent Updates in chemistry of quinoline analogs as potential antimalarial agent with utilization of Chem3D software. *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Innovation*.

Skidgel, J. (2012). *Producing Flash CS3 Video: Techniques for Video Pros and Web Designers*. Routledge.

Spooner, F., Knight, V. F., Browder, D. M., & Smith, B. R. (2012). Evidence-Based Practice for Teaching Academics to Students with Severe Developmental Disabilities. *Remedial and Special Education*, 33(6), σσ. 374-387.

Terrazas-Arellanes, F., Gallard M., A., Strycker, L., & Walden, A. (2018). Impact of interactive online units on learning science among students with learning disabilities and English learners. *International Journal of Science Education*, 40(5), 498–518.

Vázquez-Cano E., Parra-González E., Segura-Robles A., López-Meneses E. (2022) The Negative Effects of Technology on Education: A Bibliometric and Topic Modeling Mapping Analysis (2008-2019) *International Journal of Instruction*. Vol.15, No.2

Vermaat, J. H., Terlouw, C., & Dijkstra, S. (2003). Multiple representations in web-based learning of chemistry concepts. In *AERA Annual Meeting 2003: Accountability for Education Quality: Shared Responsibility*.

Weng, W., & Zheng, M. (2023). COMPARISON BETWEEN POWERPOINT SLIDES AND VIDEOS IN EFFECTIVENESS FOR E-LEARNING. In *EDULEARN23 Proceedings* (pp. 5887-5893). IATED.

Wohlfart, O., Wagner, A. L., & Wagner, I. (2023). Digital Tools in Secondary Chemistry Education-Added Value or Modern Gimmicks?. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1197296). Frontiers.

Yaron, D., Karabinos, M., Lange, D., Greeno, J. G., & Leinhardt, G. (2010). The ChemCollective—virtual labs for introductory chemistry courses. *Science*, 328(5978), 584-585.

Yuen, A., Law, N., & Wong, K. (2003). ICT implementation and school leadership case studies of ICT integration in teaching and learning. *Journal of Educational Administration*, 41(2), 158-170.

Zejnilić-Hajrić, M., Delić, E., & Nuić, I. (2015). Students with disabilities and chemistry education: Possibilities and difficulties. *Bulletin of the Chemists & Technologists of Bosnia & Herzegovina*, (44).

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Ιατράκη, Ι. (2019). Η συμβολή της ψηφιακής τεχνολογίας στην εκπαίδευση μαθητών με αναπηρίες στις Φυσικές Επιστήμες: μια βιβλιογραφική ανασκόπηση. Στο Α. Μικρόπουλος (Επιμ.), 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», (σσ. 686-696) Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 18-20 Οκτωβρίου 2019. ISBN 978-618-83186-4-9.

ΙΕΠ. (2015). Οδηγός διαφοροποίησης της διδασκαλίας για μαθητές με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος. Αθήνα: Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Νεοφώτιστος Β. (2018) Συσχέτιση των ΤΠΕ με τις θεωρίες μάθησης κατά την εφαρμογή τους στη μαθησιακή διαδικασία στην Α/βάθμια και Β/βάθμια εκπαίδευση στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα. (Διδακτορική Διατριβή) Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη

Παναγοπούλου Μ. (2024) Μαθησιακές παρεμβάσεις σε μαθητές με αυτισμό στα μαθήματα των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.(Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία) Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω

*«Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/ δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.»*