

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

## Πτυχιακή Εργασία

**Χαρακτηρισμός Εκπαιδευτικών Εργαλείων με  
Εκπαιδευτικά Μεταδεδομένα**

Ελένη Μπουλμάνου

A.M: ME13025

Επιβλέπων: Δημήτριος Γ. Σάμψων, Καθηγητής

Πειραιάς, Ιούνιος 2015

## Περιεχόμενα

Ευρετήριο Σχημάτων.....	iii
Ευρετήριο Πινάκων.....	iii
Ευχαριστίες.....	vi
Περίληψη.....	vii
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	1
1.1 Ορισμός Προβλήματος.....	1
1.2 Δομή Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....	2
1.3 Συνεισφορά Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....	3
Κεφάλαιο 2 . Ψηφιακά Εκπαιδευτικά Εργαλεία για τη Διδασκαλία των Επιστημών.....	4
2.1 Ορισμός.....	4
2.2 Τύποι Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων.....	9
2.3 Ανάγκη Κατηγοριοποίησης και Ανεύρεσης στον Παγκόσμιο Ιστό.....	24
Κεφάλαιο 3. Επιλογή Μοντέλου Μεταδεδομένων για τον Χαρακτηρισμό Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων για τη Διδασκαλία των Επιστημών.....	25
Κεφάλαιο 4: Χαρακτηρισμός και Κατηγοριοποίηση Επιλεγμένων Εκπαιδευτικών Εργαλείων.....	38
4.1 Επιλογή Δείγματος.....	38
4.2 Παρουσίαση Διαδικασίας Χαρακτηρισμού.....	40
4.3 Ανάλυση των Μεταδεδομένων των Επιλεγμένων Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων.....	44
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις.....	64
Βιβλιογραφία.....	71

## Ευρετήριο Σχημάτων

<i>Σχήμα 1 : Η εκπαιδευτική διαδικασία σε ένα απομακρυσμένο εργαστήριο (Πηγή:Šafarič, Truntič, Hercog &amp; Račnik, 2005).</i> .....	11
<i>Σχήμα 2: Η περιγραφή ενός AR βιβλίου (Πηγή: Cheng &amp; Tsai ,2012).</i> .....	14
<i>Σχήμα 3: location-based AR (Πηγή: Cheng &amp; Tsai ,2012).</i> .....	15
<i>Σχήμα 4 : Ένα εικονικό πείραμα για την ισορροπία της ακτινοβολίας του ήλιου</i> .....	17
<i>Σχήμα 5:Γράφημα απεικόνισης σχέσης Εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης Τύπου Εργαλείου.</i> .....	47
<i>Σχήμα 6: Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης γλώσσας.</i> .....	49
<i>Σχήμα 7: Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης των Μεγάλων Ιδεών της Επιστήμης.</i> .....	51
<i>Σχήμα 8: Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης εκπαιδευτικού τομέα.</i> .....	53
<i>Σχήμα 9:Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης τομέα επιστήμης.</i> .....	54
<i>Σχήμα 10: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης ηλικίας.</i> .....	57
<i>Σχήμα 11: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης τρόπου συμμετοχής στην ερευνητική διαδικασία.</i> .....	58
<i>Σχήμα 12: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης επιπέδου δυσκολίας.</i> .....	61
<i>Σχήμα 13: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης επιπέδου αλληλεπίδρασης.</i> .....	62

## Ευρετήριο Πινάκων

<i>Πίνακας 1: Ορισμοί Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων</i> .....	4
<i>Πίνακας 2: Εκπαιδευτικό Μοντέλο Μεταδεδομένων ISE</i> .....	26
<i>Πίνακας 3: Χαρακτηρισμός του εκπαιδευτικού εργαλείου Eyes on the Solar System 3D</i> .....	40
<i>Πίνακας 4: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τον Τύπο του εργαλείου</i> .....	46
<i>Πίνακας 5: Ανάλυση μεταδεδομένων σύμφωνα με την Γλώσσα</i> .....	48
<i>Πίνακας 6: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τις Μεγάλες Ιδέες της Επιστήμης</i> .....	50

<i>Πίνακας 7: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Πεδίο του Εκπαιδευτικού Αντικειμένου</i>	52
<i>Πίνακας 8: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τον Τομέα της Επιστήμης</i> .....	54
<i>Πίνακας 9: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Ηλικιακό Εύρος</i> .....	56
<i>Πίνακας 10: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το είδος Συμμετοχής στην Ερευνητική Διαδικασία</i> .....	58
<i>Πίνακας 11: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Επίπεδο Δυσκολίας</i> .....	60
<i>Πίνακας 12: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Επίπεδο Αλληλεπίδρασης</i> .....	62

*Η παρούσα εργασία αφιερώνεται στους γονείς μου,*

*Κωνσταντίνο και Βασιλική*

## Ευχαριστίες

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ) εκπονήθηκε στα πλαίσια ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Ψηφιακά Συστήματα & Υπηρεσίες» (Κατεύθυνση Ηλεκτρονική Μάθηση), του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Δημήτριο Γ. Σάμψων, Καθηγητή του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την πολύτιμη καθοδήγηση και τη συμβολή του στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεργάτες του Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς κ. Παναγιώτη Ζέρβα και Στυλιανό Σέργη για την άποψη συνεργασία και την αμέριστη υποστήριξη και συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την κατανόηση και την υποστήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

*Πειραιάς, Ιούνιος 2015*

**Ελένη Μπουλμάνου**

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχει επηρεάσει σημαντικά την σχολική εκπαίδευση προσφέροντας σημαντικές δυνατότητες για την παροχή στους μαθητές αποτελεσματικών μαθησιακών εμπειριών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά, συνδυασμός πιο γνωστός από το αγγλικό ακρωνύμιο STEM. Οι εφαρμογές αυτές των ΤΠΕ προσφέρουν ευκαιρίες για την προσαρμογή των δραστηριοτήτων που εξελίσσονται στην τάξη στις πρακτικές των STEM στον πραγματικό κόσμο, ενώ οι μαθητές εμπλέκονται σε έρευνες που πραγματοποιούνται σε κανονικές-ρεαλιστικές συνθήκες και προωθείται η μαθητοκεντρική μάθηση ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται το ενδιαφέρον για μια STEM καριέρα.

Παρά το γεγονός ότι η χρήση των καινοτόμων τεχνολογικών επιτευγμάτων ωφελεί την εκπαιδευτική διαδικασία και κάνει αποτελεσματικότερη τη μάθηση, ωστόσο παρουσιάζονται μερικές προκλήσεις και περιορισμοί. Ο εκπαιδευτικός καλείται να αξιολογήσει το εκάστοτε εργαλείο που πρόκειται να χρησιμοποιήσει και να διαλέξει εκείνο το οποίο ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του αναλυτικού προγράμματος, στις ανάγκες των μαθητών του καθώς και στις προγραμματισμένες διδακτικές στρατηγικές που έχει θέσει. Μολονότι υπάρχει πληθώρα ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων διαθέσιμων στο Διαδίκτυο, ωστόσο η ανεύρεση του κατάλληλου παραμένει μια δύσκολη διαδικασία. Η έλλειψη μιας κοινής και ικανής μεθόδου χαρακτηρισμού των ψηφιακών εργαλείων δυσκολεύει την αναζήτηση τους.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία υιοθετεί μια κοινή μέθοδο χαρακτηρισμού ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων (Educational Tools Metadata Model) που εφαρμόζεται στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου με τίτλο “Inspiring Science Education” το οποίο παρέχει μια ψηφιακή βιβλιοθήκη εκπαιδευτικών εργαλείων για την διδασκαλία των επιστημών. Σκοπός της εργασίας είναι η επιλογή ενός επαρκούς συνόλου ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων και ο χαρακτηρισμός τους με εκπαιδευτικά μεταδεδομένα ώστε να μπορούν να επιλεγούν από εκπαιδευτικούς προς χρήση για τις εκπαιδευτικές τους δραστηριότητες.

Αναλυτικότερα, αναζητήθηκαν ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία για τη σχολική εκπαίδευση των οποίων η θεματολογία σχετίζεται με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά (STEM) και η χρήση τους προάγει την αποκαλυπτική μάθηση. Μία ακόμα προϋπόθεση για να ενταχθούν οι εφαρμογές στο δείγμα ήταν να παρέχεται η χρήση τους δωρεάν μέσω διαδικτύου χωρίς να απαιτείται ο χρήστης τους

να κατεβάζει κάποιου είδους λογισμικό στην συσκευή του ώστε να διευκολύνεται ακόμα περισσότερο η χρήση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Στη συνέχεια οι εφαρμογές αυτές, 195 στο σύνολο, χαρακτηρίστηκαν με μεταδεδομένα σύμφωνα με το ISE Μοντέλο Εκπαιδευτικών Μεταδεδομένων. Κατόπιν, έγινε ανάλυση των μεταδεδομένων με βάση την εντροπία πληροφορίας με σκοπό την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του χαρακτηρισμού.



## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1 Ορισμός Προβλήματος

Η διείσδυση της τεχνολογίας στο χώρο της εκπαίδευσης σε συνδυασμό με τη ραγδαία ανάπτυξη του διαδικτύου έθεσαν νέους όρους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστήμων, της Τεχνολογίας, των Επιστημών των Μηχανικών και των Μαθηματικών. Οι παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας έδωσαν τη θέση τους στην Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Μάθηση η οποία αναδεικνύει νέα πεδία έρευνας. Επειδή ο αριθμός των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων που είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο ολοένα αυξάνεται, η ανεύρεση και η επιλογή του κατάλληλου είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει ρητή και συστηματική καταγραφή της διαδικασίας επαναχρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών εργαλείων γεγονός που αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην ανεύρεση, επιλογή και ανάκτηση τους. Η κατάσταση αυτή λοιπόν, έγινε η αφορμή για την έναρξη της έρευνας προς αναζήτηση του αποδοτικότερου και ταχύτερου εντοπισμού της ωφέλιμης πληροφορίας και την ανάκτηση της. Ένα αποτέλεσμα της έρευνας αυτής ήταν η περιγραφή των δεδομένων με μεταδεδομένα. Τα μεταδεδομένα εξυπηρετούν κατά βάση την ανάγκη για οργάνωση των πληροφοριών. Οι πληροφορίες μπορεί να βρίσκονται κατανεμημένες σε διαφορετικές πηγές του διαδικτύου. Σκοπός είναι η ταχεία εκμετάλλευση τους. Ένας απλός ορισμός του τι είναι μεταδεδομένα αναφέρει ότι αποτελούν πληροφορία για την ίδια την πληροφορία. (Berners-Lee, 1997).

Σύμφωνα με τον Sampson (2014), η σπουδαιότητα των μεταδεδομένων έγκειται στα εξής:

- Παρέχουν τη δυνατότητα να περιγραφούν αντικείμενα με τυποποιημένο τρόπο.
- Διευκολύνουν την καταλογοποίηση, κατηγοριοποίηση, αποθήκευση, εύρεση ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο χαρακτηρισμός ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διδασκαλία σε θεματολογία STEM. Ο χαρακτηρισμός τους θα βασιστεί σε ένα σύστημα μεταδεδομένων τέτοιο που να διευκολύνει την αναζήτηση και τον εντοπισμό τους από τους εκπαιδευτικούς. Έτσι θα έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν κάθε φορά τα καταλληλότερα από αυτά στις εκπαιδευτικές τους δραστηριότητες.

## 1.2 Δομή Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* της εργασίας γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση και μελέτη των βασικών εννοιών που πραγματεύεται η συγκεκριμένη εργασία. Γίνεται αναφορά στους ορισμούς των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία των επιστημών με στόχο τη διερευνητική μάθηση. Ακολουθεί η κατηγοριοποίηση τους με βάση το μοντέλο μεταδεδομένων που χρησιμοποιείται από το Ευρωπαϊκό Έργο Inspiring Science και τη Διεθνή Βιβλιογραφία. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των κατηγοριών αυτών και επισημαίνονται τα πλεονεκτήματά τους από τη χρήση τους στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Επιστήμης των Μηχανικών και των Μαθηματικών.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται αναλυτικά το Εκπαιδευτικό Μοντέλο Μεταδεδομένων (Educational Tools Metadata Model) που χρησιμοποιήθηκε για τον χαρακτηρισμό των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* μελετάται ένα δείγμα 198 διαδικτυακών εκπαιδευτικών εφαρμογών ως προς τον χαρακτηρισμό του με το προτεινόμενο σύστημα μεταδεδομένων. Το δείγμα αυτό επιλέχθηκε με τρόπο τέτοιο ώστε οι εφαρμογές που θα περιλαμβάνονται να πληρούν κατ'ελάχιστο τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Να είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν με την χρήση φυλλομετρητή και μόνον χωρίς την ανάγκη για λήψη και εγκατάσταση λογισμικού.
- Να παρέχουν ένα ελάχιστο επίπεδο διαδραστικότητας.
- Να είναι όσο το δυνατόν απλούστερα στην χρήση.
- Να είναι κατάλληλα για την εκπαίδευση παιδιών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.
- Να έχουν θεματικό πεδίο στο STEM (science, technology, engineering, and mathematics).
- Ο χαρακτηρισμός αξιολογήθηκε ως προς την εντροπία που εμφάνισαν οι τιμές του κάθε χαρακτηριστικού η οποία υπολογίστηκε με βάση της συχνότητα εμφάνισης της.

Τέλος, στο *πέμπτο κεφάλαιο* καταγράφονται οι απόψεις και τα συμπεράσματα ως προς την αποδοτικότητα του συστήματος μεταδεδομένων που προτείνεται για τον χαρακτηρισμό των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων. Κρίνεται η ικανότητα του για την διακριτοποίηση του συνόλου του εκπαιδευτικού σε σχέση με τα συχνότερα κριτήρια αναζήτησης με σκοπό να

αξιολογηθεί κατά πόσο μπορεί αποδοτικά να συνδράμει στις αποδοτικές προσπάθειες εντοπισμού ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων για κάθε περίπτωση.

### **1.3 Συνεισφορά Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας**

Η συνεισφορά της εργασίας συνίσταται στην εύρεση 195 υπαρχόντων ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία των επιστημών και στο χαρακτηρισμό τους υπό μια συστηματική καταγραφή διαδικασίας επαναχρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών αυτών εργαλείων με στόχο την προσπάθεια της οργάνωσης του διαδικτυακού περιεχομένου. Έτσι, θα είναι ευκολότερο να εντοπίζονται και να τυγχάνουν εκμετάλλευσης από τους διδάσκοντες.

## Κεφάλαιο 2 . Ψηφιακά Εκπαιδευτικά Εργαλεία για τη Διδασκαλία των Επιστημών.

### 2.1 Ορισμός

Η διδασκαλία με βάση την έρευνα έχει γίνει το σήμα κατατεθέν της επιστημονικής εκπαίδευσης και όλο και περισσότερο στοχεύει στην ενσωμάτωση των Φυσικών Επιστημών, (science) της Τεχνολογίας (technology), των Επιστημών των Μηχανικών (engineering) και των Μαθηματικών (mathematics) (STEM). Μπορούμε να αναφερόμαστε στον όρο STEM μόνο όταν επιτυγχάνεται στο προγράμματα σπουδών η ενσωμάτωση της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών που παραλληλίζεται στενά με το έργο ενός επιστήμονα στην πραγματική ζωή (Breiner et al. 2012). Τρέχουσες απόψεις σχετικά με τη διδασκαλία της επιστήμης υποστηρίζουν ότι η μάθηση δεν θα πρέπει να στηρίζεται μόνο στις παγιωμένες θεωρίες αλλά στη διαδικασία και τις μεθόδους που ακολουθούν οι επιστήμονες για οδηγηθούν σ' αυτές (Artigue & Blomhøj, 2013; Van Joolingen et al., 2007) και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως παιδαγωγική υπογραφή της STEM εκπαίδευσης (Crippen & Archambault, 2012).

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία λοιπόν, που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της επιστήμης θα πρέπει να επιλέγονται με προσοχή από τους εκπαιδευτικούς ώστε να υπόκεινται στις απαιτήσεις της STEM εκπαίδευσης. Παρακάτω καταγράφονται οι ορισμοί των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων που συναντάμε στη Διεθνή Βιβλιογραφία για την διδασκαλία της επιστήμης όπως την ορίσαμε παραπάνω.

*Πίνακας 1: Ορισμοί Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων*

Συγγραφέας	Ορισμός
Marx, et al. (1997)	Δίνουν στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν την επιστημονική ανακάλυψη χρησιμοποιώντας δυναμικές προσομοιώσεις και δουλεύοντας με πραγματικά επιστημονικά δεδομένα μέσω της συμμετοχής σε επιστημονικά πειράματα.

Συγγραφέας	Ορισμός
<p><b>Jonassen et al. (1998)</b></p>	<p>Τα γνωστικά εργαλεία (cognitive tools), παρέχουν τα μέσα με τα οποία τίθενται σε εφαρμογή πολλές κονστрукτιβιστικές δραστηριότητες μάθησης, που επιτρέπουν ένα ευρύ φάσμα ενεργειών με τα οποία οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση. Τα εργαλεία αυτά, παίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο σε περιβάλλοντα μάθησης με επίκεντρο το μαθητή, όπου τα προβλήματα έχουν διατυπωθεί σε ένα αυθεντικό και ουσιαστικό πλαίσιο, οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα προβλήματα με τη χρήση πολλαπλών μέσων και εργαλείων και η κατασκευή της γνώσης διευκολύνεται με τη χρήση της τεχνολογίας.</p>
<p><b>Reid et al. (2003)</b></p>	<p>Η αναπαράσταση προβλημάτων και η δημιουργία υποθέσεων, η οποία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ενεργοποίηση και χαρτογράφηση των προηγούμενων γνώσεων και των δραστηριοτήτων, ο έλεγχος των υποθέσεων με έγκυρα πειράματα.</p>

Συγγραφέας	Ορισμός
<p><b>Quintana et al. (2004)</b></p>	<p>Πρόσφατες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις δίνουν έμφαση σε περισσότερο φιλόδοξα περιβάλλοντα μάθησης στο οποίο οι μαθητές συμμετέχουν σε όλη την ερευνητική διαδικασία προκειμένου να αναπτύξουν τις γνώσεις και δεξιότητες στο πλαίσιο της διερεύνησης. Αποτελούνται από αυθεντικά, προκλητικά και ανοιχτού τύπου προβλήματα όπου με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ο οποίος παρέχει στρατηγικές καθοδήγησης, βοηθάει τους μαθητές να θέτουν στόχους, κύριος στόχος είναι να επιτρέπουν στους μαθητές να επιτύχουν σε προβλήματα που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν (scaffolding).</p>
<p><b>Iiyoshi et al. (2005)</b></p>	<p>Τα γνωστικά εργαλεία περιλαμβάνουν τις νοητικές και υπολογιστικές συσκευές που σχετίζονται με τα ανώτερα επίπεδα της γνωστικής διαδικασίας στη μάθηση και την εκτέλεση. Μέσα σε περιβάλλοντα μάθησης με επίκεντρο το μαθητή, τα γνωστικά εργαλεία δίνουν τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να ρυθμίζουν την ποσότητα, την ακολουθία και τη ροή των διαθέσιμων πόρων, και να αποκτούν μεταγνωστικές δεξιότητες κατά την πλοήγηση τους.</p>

Συγγραφέας	Ορισμός
<b>de Jong (2006)</b>	Ένας τρόπος για να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με τον επιστημονικό τρόπο της μάθησης είναι να εμπλακούν οι ίδιοι στις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας προσφέροντάς τους περιβάλλοντα και καθήκοντα που θα τους επιτρέψουν να πραγματοποιήσουν τις διαδικασίες της επιστήμης όπως: προσανατολισμό, δημιουργία υποθέσεων, πειραματισμό, δημιουργία μοντέλων και θεωριών, και αξιολόγηση.
<b>Morrison ( 2006)</b>	Κατασκευάσει ένα μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο οι μαθητές να έχουν σημαντικές ευκαιρίες να αναλάβει την ευθύνη της μάθησής τους, να είναι προσανατολισμένα προς τα δημοκρατικά ιδεώδη, ανεξάρτητα από την ηλικία της μάθησης. Θα πρέπει να υπάρχει λιγότερη έμφαση στις δραστηριότητες που αποδεικνύουν και ελέγχουν το περιεχόμενο της επιστήμης "και περισσότερη έμφαση σε εκείνους" που ερευνούν και αναλύουν τις επιστημονικές ερωτήσεις.
<b>Van Joolingen et al.(2007)</b>	Ο υπολογιστής μπορεί να προσφέρει εργαλεία που υποστηρίζουν τις διαδικασίες έρευνας, όπως τα εργαλεία για να αναλύσει ή να απεικονίσει τα δεδομένα, τα εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές να κρατούν υποθέσεις και τα εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές να διαχειρίζονται τη μαθησιακή διαδικασία.

Συγγραφέας	Ορισμός
<p><b>Parker et al. (2015)</b></p>	<p>Είναι εφαρμογές της τεχνολογίας οι οποίες προσφέρουν ευκαιρίες για την ευθυγράμμιση των δραστηριοτήτων στην τάξη με πρακτικές από τον πραγματικό κόσμο που αφορούν την επιστήμη, την τεχνολογία, την μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) και επιτυγχάνουν την εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικές έρευνες με στόχο την προώθηση της μαθητοκεντρικής μάθησης και το ενδιαφέρον για ενασχόληση με STEM επαγγέλματα.</p>

Κοινό σημείο των παραπάνω ορισμών και συγκεκριμένα των Marx et al. (1997) , Reid et al. (2003), Quintana et al. (2004), de Jong (2006), Parker et al. (2015) είναι ότι τα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία στη διδασκαλία των επιστημών μέσω του πειραματισμού. Ο μαθητής γίνεται ερευνητής μέσα από την ενασχόληση του με αυθεντικά προβλήματα. Επιπρόσθετα, οι Jonassen & Reeves (1998), καθώς και οι Iiyoshi et al. (2005), αναφέρουν τον όρο «γνωστικά εργαλεία» και εστιάζουν στις δεξιότητες που αποκτούν οι μαθητές από τη διδασκαλία με τη χρήση των εκπαιδευτικών εργαλείων.

Συμπερασματικά, τα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία με τα οποία ενασχολείται η παρούσα εργασία παρέχουν διαδραστικές εφαρμογές μάθησης που αφορούν την επιστήμη, την τεχνολογία, την μηχανική και τα μαθηματικά (STEM ) κατά τα οποία ο μαθητής κατασκευάζει τη γνώση συμμετέχοντας σε επιστημονικά πειράματα χρησιμοποιώντας πραγματικά επιστημονικά δεδομένα. Υποστηρίζουν τις διαδικασίες έρευνας με στόχο τα ανώτερα επίπεδα της γνωστικής διαδικασίας στη μάθηση.



## 2.2 Τύποι Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων

Παρόλο που υπάρχει πληθώρα ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων στη διάθεση των εκπαιδευτικών, ωστόσο δεν υπάρχει μια ενιαία κατηγοριοποίηση. Όπως υποστηρίζουν οι Newby et al. (2009), η κατηγοριοποίηση των εκπαιδευτικών εργαλείων είναι χρήσιμη για την οργάνωση των συλλογισμών μας, αλλά δεν πρέπει να περιορίζει τις σκέψεις μας σε σχέση με την αξιοποίηση των υπολογιστικών εφαρμογών στην τάξη. Ωστόσο υπάρχουν αρκετές και διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις εκπαιδευτικών εργαλείων.

Στην παρούσα εργασία τα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία κατηγοριοποιούνται με βάση το μοντέλο μεταδεδομένων που χρησιμοποιείται στα πλαίσια ενός μεγάλου Ευρωπαϊκού Έργου με τίτλο Inspiring Science Education το οποίο χαρακτηρίζει εργαλεία για την Διδασκαλία των Επιστημών στις παρακάτω κατηγορίες:

- Απομακρυσμένα Εργαστήρια (Remote Labs)
- Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Labs)
- Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Educational Games)
- Εργαλεία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality Tools)
- Εργαλεία Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality Tools)
- Εργαλεία Αξιολόγησης (Assessment Tools)
- Εργαλεία Ανάλυσης (Analysis Tools)

Ωστόσο, στην παραπάνω κατηγοριοποίηση θα συμπεριληφθούν και εργαλεία που συναντάμε από κατηγοριοποιήσεις στη Διεθνή Βιβλιογραφία τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM). Συγκεκριμένα, οι Marx et al., 1998;Jonassen et al.,1998;Quintana et al.,2004; Iiyoshi et al.,2005;Grabe & Grabe, 2006;Van Joolingen et al.,2006 αναφέρονται στα Εργαλεία Μοντελοποίησης (Modeling Tools). Επιπλέον, οι Jonassen et al.,1998;Quintana et al.,2004;Morrison & Lowther,2005; Iiyoshi et al.,2005;Grabe & Grabe, 2006 κάνουν λόγο για τα Εργαλεία Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling Tools). Τέλος, οι Morrison & Lowther,2005;Grabe & Grabe, 2006 αναφέρονται στα Εργαλεία Εξάσκησης και Πρακτικής (Drill & Practice Tools).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω προτείνουμε την εξής κατηγοριοποίηση ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία της επιστήμης η οποία θα μας βοηθήσει να αξιολογήσουμε το είδος των εκπαιδευτικών εργαλείων για την Σχολική Εκπαίδευση (6-18 ετών) σε επόμενο κεφάλαιο.

- Απομακρυσμένα Εργαστήρια (Remote Labs)
- Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Labs)
- Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Educational Games)
- Εργαλεία Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality Tools)
- Εργαλεία Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality Tools)
- Εργαλεία Αξιολόγησης (Assessment Tools)
- Εργαλεία Ανάλυσης (Analysis Tools)
- Εργαλεία Μοντελοποίησης (Modeling Tools)
- Εργαλεία Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling Tools)
- Εργαλεία Εξάσκησης και Πρακτικής (Drill & Practice Tools)

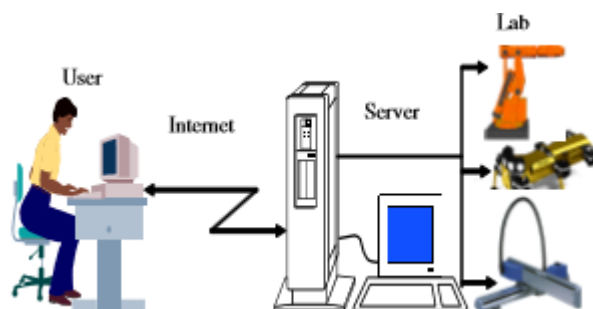
Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των παραπάνω εκπαιδευτικών εργαλείων καθώς τα πλεονεκτήματά τους στη χρήση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

### ***Απομακρυσμένα Εργαστήρια (Remote labs)***

Είναι ένα περιβάλλον που έχει μια βάση λογισμικού και επιτρέπει στους μαθητές να εκτελούν πειράματα με πραγματικές συσκευές από μια απομακρυσμένη τοποθεσία χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο και ένα συνηθισμένο πρόγραμμα περιήγησης (Uğur et al., 2010; Lindfors, 2003). Τα απομακρυσμένα εργαστήρια χαρακτηρίζονται από τη διαμεσολάβηση της πραγματικότητας. Όπως περιγράφεται και στο Σχήμα 1, οι εκπαιδευόμενοι χειρίζονται μια πραγματική φυσική συσκευή και συλλέγουν δεδομένα από το πείραμα που εκτελούν (Cortez, et al., 2011). Έχουν τη δυνατότητα διαμοιρασμού πραγματικών πειραματικών δεδομένων μέσω πειραματικών συσκευών, σε μια πληθώρα σχολείων (Ma & Nickerson, 2006). Αν και οι μαθητές αλληλεπιδρούν ξεχωριστά ο καθένας με μια συσκευή μπορούν παράλληλα να διαμοιράζονται την εμπειρία τους με τους συμμαθητές τους (Nickerson et al., 2007).

Η διαφορά των απομακρυσμένων εργαστηρίων από τις προσομοιώσεις είναι ότι στα απομακρυσμένα εργαστήρια έχουμε τον χειρισμό ή τον έλεγχο της πραγματικής συσκευής

από απόσταση, ενώ στις προσομοιώσεις έχουμε τον έλεγχο προσομοίωσης της συσκευής (Scanlon et al., 2004).



*Σχήμα 1: Η εκπαιδευτική διαδικασία σε ένα απομακρυσμένο εργαστήριο (Πηγή: Safarič, Truntič, Hercog & Pačnik, 2005).*

### **Εικονικά Εργαστήρια (Virtual labs)**

Ένα εικονικό εργαστήριο (virtual lab), είναι ένα καταναμημένο περιβάλλον προσομοίωσης και εργαλείων κίνησης (animation), που προορίζεται να εκτελέσει τη διαδραστική προσομοίωση ενός μοντέλου. Υποστηρίζει διαδραστικές προσομοιώσεις οι οποίες είναι αποτελεσματικές εκπαιδευτικές πηγές. Κατά τη διάρκεια της διαδραστικής προσομοίωσης, οι μαθητές μπορούν να αλλάξουν την αξία κάποιων παραμέτρων και μεταβλητών κατάστασης ενός μοντέλου και να αντιληφθούν αμέσως πώς αυτές οι αλλαγές επηρεάζουν το δυναμικό μοντέλο. Ένας αυθαίρετος αριθμός ενεργειών μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης λειτουργίας προσομοίωσης.

Κύρια χαρακτηριστικά των εικονικών εργαστηρίων είναι η εισαγωγή, το μοντέλο και η προβολή. Η εισαγωγή είναι η τεκμηρίωση (συντά ένα σύνολο σελίδων HTML) που παρουσιάζει τις έννοιες και τα φαινόμενα που απεικονίζονται από το εικονικό εργαστήριο. Δείχνει τον τρόπο πειραματισμού με το εργαστήριο, και προτείνονται επίσης ορισμένες δραστηριότητες ή ασκήσεις. Το μοντέλο, αντιπροσωπεύει τη σχετική συμπεριφορά του υπό μελέτη συστήματος και η οπτικοποίηση είναι η διεπαφή του χρήστη με το μοντέλο (Martin-Villalba et al., 2008). Η προβολή είναι η διεπαφή του χρήστη με το μοντέλο. Σκοπός, είναι να παρέχεται μια οπτική αναπαράσταση της συμπεριφοράς του εικονικού συστήματος και να διευκολυνθεί η διάδραση του χρήστη με το μοντέλο κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Οι γραφικές ιδιότητες των στοιχείων οπτικοποίησης συνδέονται με τις μεταβλητές του μοντέλου

παράγοντας μια αμφίδρομη ροή πληροφοριών μεταξύ του μοντέλου και αυτού που βλέπουν οι μαθητές στην οθόνη. Οποιαδήποτε αλλαγή συμβαίνει στις μεταβλητές του εκάστοτε μοντέλου εμφανίζεται αυτόματα με την προβολή. Αντίστοιχα, οποιαδήποτε αλληλεπίδραση του χρήστη με την προβολή αυτόματα διαφοροποιεί την τιμή της αντίστοιχης μεταβλητής του μοντέλου.

Τα εικονικά εργαστήρια επιτρέπουν στους μαθητές να παίζουν έναν ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία κάτι που αυξάνει το κίνητρο τους για μάθηση (Martin-Villalba et al., 2008). Επιπλέον, επιτρέπουν στους μαθητές να εκτελούν πειράματα μέσω προσομοιώσεων του συστήματος ελέγχου (Lindfors, 2003).

### **Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Games)**

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια (DGBL) είναι μια ανταγωνιστική δραστηριότητα κατά την οποία οι εκπαιδευτικοί στόχοι που τίθενται αποσκοπούν στην προώθηση της απόκτησης γνώσεων από τους μαθητές. Αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου όρου γνωστού ως «gamification» τους οποίους όμως δεν πρέπει να συγχέουμε διότι ο τελευταίος αναφέρεται σε παιγνιώδη στοιχεία που περιλαμβάνονται σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα χωρίς να έχουν τα χαρακτηριστικά ενός παιχνιδιού όπως αναφέρονται παρακάτω (Yurov et al., 2014).

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σχεδιάζονται είτε για να προωθήσουν την μάθηση και την ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων, είτε για να μετατρέψουν την προσομοίωση σε ένα εικονικό περιβάλλον όπου οι μαθητές θα εξασκήσουν τις ικανότητές τους (Erhel & Jamet, 2013). Επιπλέον, οι Preston & Morrison (2009), αναφέρονται στην ενσωμάτωση ενός νέου είδους εκπαιδευτικού παιχνιδιού στη μαθησιακή διαδικασία που προάγει την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM). Διαφέρουν από τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας διότι συνδυάζουν την υψηλή πιστότητα ήχου ή βίντεο με στοιχεία παιχνιδιού. Αυτό μπορεί να προσφέρει μια πιο καθηλωτική μαθησιακή εμπειρία που προσφέρει ακόμα υψηλότερα επίπεδα εμπλοκής στη μαθησιακή διαδικασία και άμεση ανατροφοδότηση.

Σύμφωνα με τους Erhel & Jamet (2013), ένα περιβάλλον ψηφιακού εκπαιδευτικού παιχνιδιού, θα πρέπει να διαθέτει τα εξής:

- Ένα σύνολο κανόνων και περιορισμών.
- Ένα σύνολο δυναμικών αποκρίσεων στις δράσεις των μαθητών.

- Κατάλληλες προκλήσεις που επιτρέπουν στους μαθητές να βιώσουν το αίσθημα της αυτο-αποτελεσματικότητας.
- Σταδιακά αυξανόμενη δυσκολία προσανατολισμένη στο μαθησιακό αποτέλεσμα.

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αποτελούν εξαιρετικά ενεργά εργαλεία μάθησης που έχουν κερδίσει την προσοχή πρόσφατα επειδή:

- Ενισχύουν τη μάθηση μέσα από την πράξη. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην επίλυση ουσιαστικών προβλημάτων μέσω αντιληπτών ανταλλαγές και πειραματικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ υποκειμένου και αντικειμένου (De Grove et al.,2012).
- Παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να ελέγχουν το ρυθμό μάθησης τους αφού ανταποκρίνονται σε διαφορετικά είδη και επίπεδα μάθησης (De Grove et al., 2012).
- Ενισχύουν την κριτική ικανότητα των μαθητών παρέχοντας πολλαπλές ευκαιρίες να είναι δημιουργικοί και να βλέπουν τα προβλήματα από διαφορετικές οπτικές γωνίες (De Grove et al., 2012).
- Κινητοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών μέσα από στοιχεία όπως ο ανταγωνισμός, η συνεργασία, η πρόκληση, η φαντασία, η αναγνώριση και η επιβράβευση τα παιχνίδια προσφέρουν τρομερά κίνητρα στους μαθητές (De Grove et al., 2012; Newby et al., 2009; Yurov et al., 2014).
- Βελτιώνουν τη συμμετοχή και τη λήψη αποφάσεων των μαθητών σε όλη τη διαδικασία της μάθησης (Yurov et al.2014).
- Επιτρέπουν την εξάσκηση με συμπεριφορές της πραγματική ζωής σε ένα ρεαλιστικό περιβάλλον (Yurov et al. 2014).

### ***Εργαλεία Επαυξανόμενης Πραγματικότητας ( Augmented Reality Tools)***

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι μια νέα τεχνολογία που παράγει τρισδιάστατα (3-D) εικονικά αντικείμενα, και παρέχει ένα διαδραστικό περιβάλλον με τα οποία οι μαθητές μπορούν να εργάζονται στον πραγματικό κόσμο και να αλληλεπιδρούν με 3-D εικονικά αντικείμενα ταυτόχρονα (Azuma, 1997; Vallino,2002).

Σε αντίθεση με τα περισσότερα 3-D εικονικά αντικείμενα λειτουργούν με τη χρήση του ποντικιού, η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει στους ανθρώπους να χειριστούν τα εικονικά αντικείμενα με τα χέρια τους, παρέχοντας μια διαισθητική αλληλεπίδραση διεπαφή.

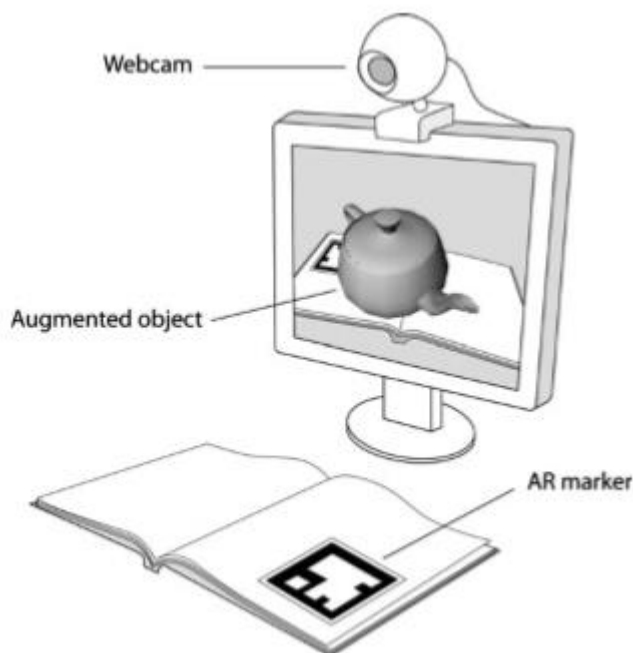
Αυτό το είδος της μάθησης μέσω του σώματος επιτρέπει στους ανθρώπους να έχουν μια πρωτόγνωρη εμπειρία (Chen, 2006).

Σύμφωνα με τους Cheng & Tsai (2012), υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις αξιοποίησης της επαυξανόμενης τεχνολογίας στην εκπαίδευση της επιστήμης, οι οποίες είναι οι εξής:

- Επαυξημένη τεχνολογία βασισμένη στην εικόνα (image-based AR)
- Επαυξημένη τεχνολογία βασισμένη στην τοποθεσία (location-based AR)

Η επαυξημένη τεχνολογία βασισμένη στην εικόνα (image-based AR) ή σύμφωνα με τον Pence (2010), marker-based AR, απαιτεί συγκεκριμένες ετικέτες προκειμένου να εγγράψει την εικόνα του 3-D αντικειμένου στην εικόνα του πραγματικού κόσμου. Μια τυπική AR εφαρμογή όπως περιγράφεται στο Σχήμα 2, περιλαμβάνει κάμερα και τις ετικέτες σήμανσης.

Πιο συγκεκριμένα, όταν η κάμερα ανιχνεύει την ετικέτα σήμανσης στο βιβλίο, τότε ένα εικονικό στοιχείο δημιουργείται από το AR λογισμικό το οποίο εμφανίζεται στο βιβλίο και απεικονίζεται στην οθόνη του υπολογιστή. Το 3-D αντικείμενο στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να χειραγωγηθεί περιστρέφοντας το βιβλίο. Σε μια παραδοσιακή τάξη, οι μαθητές με τη βοήθεια του προβολέα μπορούν να χειριστούν τα 3-D αντικείμενα με δείκτη σήμανσης σε μια προβαλλόμενη οθόνη ή στον διαδραστικό πίνακα (Cheng & Tsai, 2012).



**Σχήμα 2:** Η περιγραφή ενός AR βιβλίου (Πηγή: Cheng & Tsai, 2012).

Σε αντίθεση, η επαυξημένη τεχνολογία βασιζόμενη στην τοποθεσία (location-based AR) χρησιμοποιεί τα δεδομένα της θέσης από φορητές συσκευές, όπως ένα ασύρματο δίκτυο ή το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS), προσδιορίζει μια θέση, και στη συνέχεια, επιθέτει πληροφορίες στον υπολογιστή (βλ. Σχήμα 3). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει επίγνωση θέσης AR εκπαιδευτικών παιχνιδιών με φορητές συσκευές.



**Σχήμα 3:** location-based AR (Πηγή: Cheng & Tsai ,2012).

Οι εφαρμογές της επαυξανόμενης πραγματικότητας (AR) επιτρέπουν στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο με τρόπους που δεν ήταν ποτέ πριν δυνατό.

Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης AR είναι ότι οι μαθητές βλέπουν πραγματικά 3D αντικείμενα που μέχρι σήμερα έπρεπε να υπολογίσει και να κατασκευάσει με παραδοσιακές (ως επί το πλείστον στυλό και χαρτί) μεθόδους (Kaufmann & Schmalstieg, 2003). Διαπιστώθηκε επίσης, ότι με την επαυξανόμενη πραγματικότητα καλλιεργούνται δεξιότητες όπως: οι χωρικές ικανότητες, οι πρακτικές δεξιότητες και η εννοιολογική κατανόηση από επιστημονικές δραστηριότητες που βασίζονται στην έρευνα (Cheng & Tsai, 2012). Ο όρος χωρικές ικανότητες καλύπτει πέντε συνιστώσες, χωρική αντίληψη, χωρική οπτικοποίηση, την νοητική εγρήγορση, χωρικές σχέσεις και χωρικό προσανατολισμό (Kaufmann, 2003).

Επίσης, ενισχύεται η συνεργασία των μαθητών (Billinghurst, 2015). Οι μαθητές εμπλέκονται, εγείρονται και κινητοποιούνται να εξερευνήσουν το εκάστοτε εκπαιδευτικό αντικείμενο από διαφορετικές οπτικές γωνίες (Yuen et al.,2011).

Επιπλέον, οι Yuen et al. (2011), επισημαίνουν ότι τα εργαλεία επαυξανόμενης πραγματικότητας βοηθούν στη διδασκαλία εννοιών που με την παραδοσιακή διδασκαλία οι μαθητές δεν θα ήταν εφικτό να ζήσουν την αληθινή εμπειρία από πρώτο χέρι, δηλαδή ενισχύουν την δημιουργικότητα και την φαντασία των μαθητών.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε μόνο με τις εφαρμογές που στηρίζονται επαυξημένη τεχνολογία βασισμένη στην εικόνα (image-based AR).

### ***Εργαλεία Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality Tools)***

Η εικονική πραγματικότητα ορίζεται ως ένα άκρως διαδραστικό, υπολογιστικό περιβάλλον πολυμέσων στο οποίο ο χρήστης γίνεται συμμετοχός σε έναν τεχνητό κόσμο που δημιουργείται από τον υπολογιστή (Shin, 2002). Τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να παρέχουν ένα πλούσιο, διαδραστικό, εκπαιδευτικό πλαίσιο, υποστηρίζοντας πειραματική μάθηση.

Τα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας (VES) παρέχουν τη δυνατότητα δημιουργίας του πραγματικού κόσμου όπως είναι ή τη δημιουργία εντελώς νέων κόσμων παρέχοντας εμπειρίες που θα βοηθούν τους μαθητές να μάθουν σε ένα ασφαλές περιβάλλον και να εκτελέσουν μια δραστηριότητα όσες φορές χρειάζεται (Chittaro & Ranon, 2007), (βλ. Σχήμα 4).

Επιπλέον, ενσωματώνουν υψηλής ταχύτητας τρισδιάστατα γραφικά, ακουστική ανατροφοδότηση, ειδικές περιφερειακές συσκευές για την παραγωγή ρεαλιστικού διαδραστικού περιβάλλοντος. Οι συσκευές απεικόνισης που χρησιμοποιούνται στα περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας χαρακτηρίζονται από το επίπεδο της αλληλεπίδρασης στο τεχνητό περιβάλλον, τις τεχνικές της αλληλεπίδρασης και τον αριθμό των χρηστών που μπορούν να συμμετέχουν σε αυτό.





*Σχήμα 4: Ένα εικονικό πείραμα για την ισορροπία της ακτινοβολίας του ήλιου*

Σύμφωνα με τους Crosier et al. (2000), η εικονική πραγματικότητα (VR) παρέχει πολλά μοναδικά χαρακτηριστικά που την κάνουν να ξεχωρίζει από τις υπόλοιπες τεχνολογίες υπολογιστών που χρησιμοποιούνται σήμερα στα σχολεία για τη διδασκαλία των επιστημών όπως:

- Η ικανότητα να απεικονίσει και να χειριστούν τα αντικείμενα που δεν μπορούν συνήθως να δει κανείς στον πραγματικό κόσμο.
- Η ευκολία εξερεύνησης επικίνδυνων καταστάσεων, και,
- Η παροχή ενός μέσου για την παρουσίαση των πολύπλοκων τρισδιάστατων εννοιών.

Επιπλέον, ο Shin (2002) τονίζει ότι η δυνατότητα της εικονικής πραγματικότητας να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν σε μια εικονική τάξη που υπερβαίνει τα γεωγραφικά όρια διευκολύνει την εποικοδομιστική θεωρία μάθησης ενισχύει τη χωρική συμπεριφορά του μαθητή.

### **Εργαλεία Αξιολόγησης (Assessment Tools)**

Η αξιολόγηση είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της επιστημονικής διδασκαλίας. Με τον όρο «αξιολόγηση» δεν εννοούμε το είδος της αξιολόγησης που χρησιμοποιείται για να δίνουν βαθμούς οι εκπαιδευτικοί απλά για να είναι συνεπείς στις εντολές της εξωτερικής αρχής, αλλά το είδος της αξιολόγησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος της διδασκαλίας για την υποστήριξη και την ενίσχυση της μάθησης (Shepard, 2000). Είναι η συστηματική διαδικασία καταγραφής για το τι ξέρουν οι μαθητές, τι είναι ικανοί να κάνουν και τι έχουν μάθει να κάνουν. Μια σημαντική πρόκληση που αντιμετωπίζουν πολλοί εκπαιδευτικοί, στην

διδασκαλία των επιστημών είναι η μέτρηση («αξιολόγηση») της προόδου των μαθητών (Roschelle et al., 2005). Καθημερινά προβληματίζονται για το είδος της αξιολόγησης που πρέπει να χρησιμοποιήσουν, δηλαδή αν θα είναι διαμορφωτική ή αθροιστική, αυτό-αξιολόγηση ή αξιολόγηση από ομότιμους και εξαρτάται από το τι θέλουν να αξιολογήσουν, για ποιο σκοπό και για ποιον (Bourke & Mentis, 2014).

Σύμφωνα με τον Cowie (2005), οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να σχεδιάζουν την αξιολόγηση από την αρχή της διδασκαλίας τους. Τα εργαλεία που επιλέγουν θα πρέπει να πληρούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Να είναι σύμφωνα με τη διδασκαλία και ενσωματωμένα σ' αυτήν. Θα πρέπει να επιλέγονται ανάλογα με το είδος της γνώσης που εξετάζεται (δηλωτική γνώση, διαδικαστική γνώση, νοοτροπίες και συνήθειες). Πιο αναλυτικά, για την αξιολόγηση της δηλωτικής γνώσης οι εκπαιδευτικοί πρέπει να χρησιμοποιούν εργαλεία που ελέγχουν την εφαρμογή της ενώ τα εργαλεία που ελέγχουν τη διαδικαστική γνώση δεν μπορούν να μετρήσουν αποτελεσματικά τις στρατηγικές, τις διαδικασίες και τις δεξιότητες .
- Να βασίζονται σε αυθεντικά θέματα και σε ουσιώδη διαδικασίες της επιστημονικής εκπαίδευσης. Με αυτό τον τρόπο αξιολογείται όχι μόνο το τι έμαθαν οι μαθητές αλλά και η ικανότητα τους να το εφαρμόζουν σε καταστάσεις που αφορούν την πραγματική ζωή.
- Να βασίζονται σε κριτήρια που οι μαθητές γνωρίζουν και καταλαβαίνουν, τα οποία ανταποκρίνονται στις ικανότητες τους.
- Οι μαθητές να είναι ικανοί να αξιολογούν τον εαυτό τους και τους ομότιμους τους. Μέσα από διαδικασίες αυτό-αξιολόγησης και ετερο-αξιολόγησης αυξάνεται σταδιακά η υπευθυνότητα του μαθητή στην αξιολόγηση και έτσι ενισχύεται η αυτονομία του για τη δια βίου μάθηση.
- Να βασίζονται σ' αυτά που έχουν μάθει οι μαθητές και αυτά που μπορούν να κάνουν. Δεν θα πρέπει απλά να εντοπίζονται οι ελλείψεις του κάθε μαθητή αλλά να αναδεικνύονται η γνώση, οι δεξιότητες, και η πρόοδος που σημειώνει κάθε μαθητής. Θα πρέπει να παρέχονται ευκαιρίες για επιτυχία στον κάθε μαθητή μέσα από την ανατροφοδότηση, τη δυνατότητα επανεξέτασης και τελειοποίησης της εργασίας του.

### **Εργαλεία Ανάλυσης (Analysis Tools)**

Η διαδικασία της ανάλυσης δεδομένων, ορίζεται ως η διαδικασία υπολογισμού περιλήψεων και των παράγωγων τιμών από συγκεκριμένη συλλογή δεδομένων (Berthold & Hand, 2007). Αναγνωρίστηκε από πολύ νωρίς ότι η παροχή γραφικών θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για τους επιστήμονες στην ανάλυση των πειραματικών δεδομένων και στην οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων υπό μορφή γραφημάτων (Brun et al., 1989). Σύμφωνα με τους Xia & Xie (2001), με τα εργαλεία ανάλυσης ο χρήστης μπορεί να μετατρέψει, να χειριστεί να περιγράψει στατιστικά και γραφικά τα δεδομένα που έχει.

Τα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων έχουν περίπλοκες σχέσεις: η ανάλυση της διακύμανσης είναι ένα γραμμικό μοντέλο, όπως είναι η ανάλυση παλινδρόμησης, γραμμικά μοντέλα είναι μια ειδική περίπτωση του γενικευμένου γραμμικών μοντέλων (Berthold & Hand, 2007).

Σύμφωνα με τους Hammontree et al. (1992), τα εργαλεία ανάλυσης περιλαμβάνουν:

- Ένα πρόγραμμα σύλληψης του συμβάντος το οποίο καταγράφει τα γεγονότα που σχετίζονται με αντικείμενα που βρίσκονται στην γραφική επιφάνεια του χρήστη.
- Προγράμματα φίλτραρίσματος των δεδομένων, το οποίο μεταφράζει και συναθροίζει τα παραγόμενα γεγονότα από το χρήστη σε ουσιαστικό χαρακτηρισμό της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή και το λογισμικό συστήματος.
- Έναν αναλυτή πολυμεσικών δεδομένων, ο οποίος συνδέει άμεσα το γεγονός.

Στην έρευνα τους οι Cuenca Almenar et al. (2011) κάνουν λόγο για τα εξής πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα εργαλεία ανάλυσης στον τομέα των επιστημών:

- Προσφέρουν γρήγορη ανατροφοδότηση.
- Παρέχουν μια εύκολη και γρήγορη δυνατότητα ρύθμισης και απεικόνισης όλων αυτών των πληροφοριών που εξετάζουν.
- Με το εργαλείο οπτικοποίησης γίνεται αυτόματα αξιολόγηση της ποιότητας των στοιχείων.
- Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επικυρώσουν την ποιότητα των δεδομένων που καταγράφονται ή υποβάλλονται σε επεξεργασία και να προειδοποιούνται για προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα των δεδομένων, και προσδιορίζουν την προέλευση αυτών των προβλημάτων.

### **Εργαλεία Μοντελοποίησης (Modeling Tools)**

Κατά τη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας, η μοντελοποίηση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διεύρυνση του γνωστικού ορίζοντα μέσα από ισχυρές διαδικασίες υπολογισμού, εξερεύνησης και οπτικοποίησης (Teodoro & Neves, 2011).

Η μοντελοποίηση στα μαθησιακά περιβάλλοντα με τη χρήση υπολογιστή ξεκίνησε με έμφαση στις γλώσσες προγραμματισμού. Χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, γλώσσες προγραμματισμού όπως Fortran, Pascal και πιο πρόσφατα Python, η προσέγγιση αυτή απαιτεί από τους μαθητές να αναπτύξουν μια πρακτική γνώση προγραμματισμού. Για να αποφευχθεί όμως, η υπερφόρτωση των μαθητών με τις έννοιες του προγραμματισμού και της σύνταξης, τα συστήματα μοντελοποίησης αναπτύχθηκαν για να εστιάσουν στις δραστηριότητες μάθησης για την κατανόηση των εννοιών της επιστήμης και των μαθηματικών (Teodoro & Neves, 2011).

Σύμφωνα με τον Halloun (2006), ιδιαίτερη προσοχή αποδίδεται στις δύο διαδικασίες μοντελοποίησης που βλέπουμε να θέτουν οι επιστήμονες σαν πρωταρχικούς σκοπούς της έρευνας σχετικά με τη πραγματικότητα: α) η κατασκευή ενός νέου μοντέλου, στο πλαίσιο συγκεκριμένων καταστάσεων του πραγματικού κόσμου για να αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο μοτίβο, και, β) ανάπτυξη ενός ήδη κατασκευασμένου μοντέλου για την επίλυση εμπειρικών ή ορθολογικών προβλημάτων και για την περαιτέρω ανάπτυξη της γνώσης. Οι μαθητές συνειδητοποιούν ότι οι γνώσεις που έχουν δεν τους επιτρέπουν να κάνουν λογικές προβλέψεις για τις συγκεκριμένες εμπειρικές καταστάσεις και έτσι κινητοποιούνται να κατασκευάσουν ένα νέο μοντέλο ακολουθώντας προοδευτικά τις τέσσερις σχηματικές διαστάσεις του (περιοχή, σύνθεση, δομή οργάνωση). Ξεκινούν με ένα ακατέργαστο μοντέλο και συνεχίζουν επεκτείνοντας το σε όλες τις σχηματικές πτυχές του, μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων ανάπτυξης. Οι δραστηριότητες αυτές επιλέγονται έτσι ώστε να πείσουν τους μαθητές για την περαιτέρω ανάπτυξη του μοντέλου του σε κατευθύνσεις. Συμπερασματικά, η κατασκευή ενός μοντέλου και η ανάπτυξη του, είναι συμπληρωματικές δραστηριότητες.

Η μάθηση στη μοντελοποίηση είναι μια μαθητοκεντρική διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές ακολουθούν έναν συγκεκριμένο κύκλο μάθησης που περιλαμβάνει τρεις φάσεις, οι οποίες είναι η εξερεύνηση, εισαγωγή στη νέα έννοια και η την εφαρμογή. Οι εκπαιδευτικοί είναι διαμεσολαβητές οι οποίοι πρέπει να γνωρίζουν τη διαδικασία της μοντελοποίησης (Justi & Gilbert, 2002). Παρέχουν καθοδήγηση σε εύθετο χρόνο, έτσι ώστε οι μαθητές να μην περιφέρονται μόνοι τους σε άσκοπες διαδρομές. Συνεχώς προκαλούν τους μαθητές να

αντανακλούν πίσω σε ό,τι γνώση μπορεί να διαθέτουν ήδη και να τη σχετίζουν με αυτό που μαθαίνουν στην τάξη.

Σύμφωνα με τους (Gilbert, 2004; Blum & Niss, 1991), λειτουργούν σαν γέφυρα μεταξύ της επιστημονικής θεωρίας και του πραγματικού κόσμου. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν αφηρημένες οντότητες ορατές, να παρέχουν περιγραφές και απλουστεύσεις πολύπλοκων φαινομένων. Αποτελούν τη βάση για επιστημονικές εξηγήσεις σε συνδυασμό με τις προβλέψεις για τα φαινόμενα.

Επιπρόσθετα, οι μαθητές μπορούν αλλάξουν τις παραμέτρους του μοντέλου γεγονός που επιτρέπει στους μαθητές να χρησιμοποιούν στρατηγικές έρευνας, όπως το "βλέμμα σε ακραίες περιπτώσεις", το οποίο είναι δύσκολο να συμβεί στον πραγματικό κόσμο (White & Frederiksen, 1998).

Τέλος, τα εργαλεία μοντελοποίησης περιλαμβάνουν εργαλεία μέτρησης τα οποία επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν εύκολα ακριβείς παρατηρήσεις αποστάσεις, χρόνους και ταχύτητες. Αυτές οι παρατηρήσεις θα ήταν συχνά πολύ δύσκολο να γίνουν στο αντίστοιχο πραγματικό κόσμο (White & Frederiksen, 1998).

### ***Εργαλεία Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling Tools)***

Η εννοιολογική μοντελοποίηση είναι η περιγραφή του μοντέλου προσομοίωσης που πρόκειται να αναπτυχθεί, περιγράφοντας τους στόχους, τις εισροές, τις εκροές, το περιεχόμενο, τις παραδοχές και τις απλουστεύσεις του μοντέλου (Kotiadis & Robinson, 2008; Robinson, 2006).

Σύμφωνα με τους Snir et al. (1993), τα εργαλεία εννοιολογικής μοντελοποίησης παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- **Αναπαραστάσεις των στοιχείων και των σχέσεων μεταξύ τους.** Αντιπροσωπεύουν επιλεγμένα οπτικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων και αναπαριστούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών. Παρέχουν δυναμικά συστήματα οπτικοποίησης με τα οποία οι μαθητές μπορούν να προσεγγίσουν οπτικά ένα σύνολο αλληλένδετων εννοιών, κάτι που ακόμα και στον πραγματικό κόσμο θα ήταν αδύνατο. Παρουσιάζονται δηλαδή οι οπτικές παραστάσεις των εννοιών που χρησιμοποιούνται για να εξηγήσουν ένα συγκεκριμένο φαινόμενο (θεωρητικό επίπεδο) και η αναπαράσταση των σχέσεων και των αλλαγών που μπορεί να επέλθουν (πρακτικό επίπεδο).

- **Αντιπροσωπευτικά σύμβολα.** Παρουσιάζονται εικονικές ή αφηρημένες αναπαραστάσεις. Τα εικονικά σύμβολα είναι εύκολα ερμηνεύσιμα, επειδή συνήθως φαίνονται όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς την πραγματικότητα. Το εικονικό μοντέλο μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν αμέσως την κατάσταση. Το αφηρημένο μοντέλο μπορεί να βοηθήσει το μαθητή να διακρίνει τυχόν άσχετες λεπτομέρειες και να γενικεύσει το μοντέλο κατάλληλα.
- **Εκτέλεση του προγράμματος.** Ο κώδικας του προγράμματος δεν είναι άμεσα ορατός, αλλά καθορίζει το πώς ο υπολογιστής μοντελοποιεί την κατάσταση.

Η χρήση της εννοιολογικής μοντελοποίησης στη διδασκαλία της επιστήμης επιφέρει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Οι μαθητές μπορούν να διεξάγουν πειράματα χρησιμοποιώντας αυτές τις προσομοιώσεις, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αντιληφθούν τα πειράματα που εκτελούν κατά τις έννοιες και τις θεωρίες του επιστημόνων.
- Παρέχουν πολλαπλά συνδεδεμένες αναπαραστάσεις που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να δημιουργήσουν δεσμούς μεταξύ των διαφορετικών αναπαραστάσεων του φαινομένου στο μυαλό τους.
- Οι μαθητές αποκτούν όχι μόνο περισσότερη εμπειρία σε ένα συγκεκριμένο φαινόμενο, αλλά έχουν την ευκαιρία να αναδιαρθρώσουν την σκέψη τους γύρω από αυτό.

Είναι γενικά αναγνωρισμένο ότι η εννοιολογική μοντελοποίηση είναι ένα από τα πλέον ζωτικά τμήματα για τη μελέτη της προσομοίωσης (Robinson, 2006). Είναι κατάλληλη στην αναπαράσταση και διαχείριση αφηρημένων εννοιών (π.χ. οι αρχές σχεδιασμού, έννοιες και ιδέες), που δεν έχουν αναπτυχθεί επαρκώς και ανήκουν σε έναν ασαφή τομέα της γνώσης (Dooner, 1991).

### ***Εργαλεία Πρακτικής και Εξάσκησης (Drill and Practice Tools)***

Σύμφωνα με την Roblyer (2006), τα εργαλεία πρακτικής και εξάσκησης παρέχουν ασκήσεις στις οποίες οι μαθητές εργάζονται και λαμβάνουν ανατροφοδότηση για την ορθότητα τους. Οι εφαρμογές ποικίλουν σημαντικά ως προς το είδος της ανατροφοδότησης που παρέχουν ανταποκρινόμενα στις απαντήσεις του μαθητή. Εκτείνονται από μια απλή εμφάνιση

μηνύματος «ΟΚ» ή «Όχι, προσπάθησε πάλι» μέχρι περίτεχνες κινούμενες απεικονίσεις ή λεκτικές επεξηγήσεις.

Τα είδη εξάσκησης και πρακτικής ποικίλουν ανάλογα με τον βαθμό στον οποίο προσαρμόζει η εφαρμογή, την εξάσκηση του μαθητή για ένα συγκεκριμένο θέμα. Η πιο βασική λειτουργία εξάσκησης και πρακτικής είναι η δραστηριότητα επίδειξης κάρτας (flashcard) κατά την οποία ο μαθητής βλέπει μια σειρά ερωτήσεων και απαντάει διαδοχικά. Μια πιο σύνθετη μορφή εξάσκησης και πρακτικής είναι αυτή που οδηγεί τους μαθητές σε πιο δύσκολες ερωτήσεις αν απαντήσουν σωστά σε συγκεκριμένο αριθμό ερωτήσεων ή μπορεί να τους γυρίσει σε χαμηλότερο επίπεδο αν απαντήσουν λανθασμένα σε συγκεκριμένο αριθμό απαντήσεων.

Οι Newby et al. (2009) αναφέρουν ότι τα εργαλεία πρακτικής και εξάσκησης «Σχεδιάστηκαν για να βοηθήσουν τους μαθητές μέσα από την επαναληπτική εργασία να αποκτήσουν ευχέρεια σε ήδη διδαγμένες βασικές γνώσεις ή δεξιότητες». Οι μαθητές χρειάζονται την αποτελεσματική επανάληψη που προσφέρουν οι εφαρμογές αυτές για να μεταφέρουν τις νεοαποκτηθείσες πληροφορίες στη μακροπρόθεσμη μνήμη (Roblyer, 2006).

Τα εργαλεία εξάσκησης και πρακτικής είναι τα πιο διαδεδομένα στο χώρο της εκπαίδευσης (Erickson & Vonk, 1994) και κυρίως στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Newby et al., 2009) γιατί παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- **Αλληλεπιδραστικότητα ή διαδραστικότητα.** Παρουσιάζονται ποικίλα θέματα και απαιτούν απάντηση από τους μαθητές.
- **Άμεση ανατροφοδότηση.** Ο μαθητής πληροφορείται αμέσως αν απάντησε σωστά ή λάθος και του εξηγείται και το γιατί.
- **Απεριόριστη υπομονή.** Μια εφαρμογή πρακτικής και εξάσκησης μπορεί να περιμένει αρκετή ώρα.
- **Ποικιλία επιπέδων δυσκολίας.** Το λογισμικό πρακτικής και εξάσκησης μπορεί να ρυθμιστεί και να προσαρμοστεί ανάλογα με τις δυσκολίες και το επίπεδο του μαθητή. Αυτό μπορεί να γίνει αυτόματα από το ίδιο το λογισμικό ή από τον εκπαιδευτικό.
- **Κινητοποίηση.** Πολλοί μαθητές βαριούνται να γράφουν και να λύνουν ασκήσεις στο χαρτί. Έτσι λοιπόν, εξαιτίας της αξιοποίησης παιγνιωδών στοιχείων η εξάσκηση στους υπολογιστές είναι πιο ελκυστική για τους μαθητές.

Συμπληρωματικά, έρευνες (Törnkvist, 1998; Wallace & Kang, 2004), αναφέρουν ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα μέσω της επαναλαμβανόμενης εξάσκησης και πρακτικής και συγκεκριμένα στη STEM εκπαίδευση που οι μαθητές δυσκολεύονται.

## 2.3 Ανάγκη Κατηγοριοποίησης και Ανεύρεσης στον Παγκόσμιο Ιστό

Η έννοια των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων όπως αναφέρθηκε και παραπάνω απασχολεί ολοένα και περισσότερο την εκπαιδευτική και επιστημονική κοινότητα και η συμβολή του στη μαθησιακή εμπειρία και ιδιαίτερα στη διδασκαλία των επιστημών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ο κάθε μαθητής συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία της μάθησης μέσω του πειραματισμού και της ενασχόλησης του με γεγονότα που αφορούν τον πραγματικό κόσμο. Επιπλέον, ενισχύεται η κριτική ικανότητα των μαθητών (Jonassen et al. 1998), σχετικά με το υλικό που μελετούν και είναι ευκολότερο να υποστηριχθεί μεμονωμένα ο κάθε μαθητής λαμβάνοντας υπόψη τον τρόπο μάθησης, τις γνώσεις, τα ενδιαφέροντα του και την ανάθεση διαφορετικών εργασιών στον κάθε ένα.

Στις μέρες μας υπάρχει μια πληθώρα ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων διαθέσιμα στο διαδίκτυο και χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία για τη διδασκαλία των επιστημών. Κάθε εκπαιδευτικός όμως θα πρέπει να αξιολογήσει το εκάστοτε εργαλείο που πρόκειται να χρησιμοποιήσει. Αναλυτικότερα, θα πρέπει να καθορίσει με ποιες συγκεκριμένες ανάγκες του αναλυτικού προγράμματος και με ποια συγκεκριμένα επίπεδα τάξεων ασχολείται το κάθε εργαλείο καθώς και αν οι λειτουργίες του ταιριάζουν με τις προγραμματισμένες διδακτικές στρατηγικές. Ωστόσο, η έλλειψη μιας κοινής και «ικανής» μεθόδου χαρακτηρισμού των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων δημιουργεί σύγχυση με αποτέλεσμα η ανεύρεση του κατάλληλου εργαλείου να είναι μια διαδικασία δύσκολη και χρονοβόρα.

Στο πλαίσιο αυτό, γίνεται μια προσπάθεια κατηγοριοποίησης των διαφόρων ειδών ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία της επιστήμης που συναντάμε στη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και χαρακτηρισμού τους με μεταδεδομένα ώστε να είναι ευκολότερη η αποθήκευση, η αναζήτηση και ανάκτηση τους από το διαδικτυακά (web-based) αποθετήρια και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς για την ανεύρεση του κατάλληλου ψηφιακού μαθησιακού αντικειμένου προκειμένου να γίνει αποτελεσματικότερη η εκπαιδευτική διαδικασία.



### **Κεφάλαιο 3. Επιλογή Μοντέλου Μεταδεδομένων για τον Χαρακτηρισμό Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων για τη Διδασκαλία των Επιστημών.**

Η STEM εκπαίδευση είναι κάτι περισσότερο από απλή επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική ή μαθηματικά, είναι μια εφαρμοσμένη προσέγγιση που είναι σε συνδυασμό με τον πραγματικό κόσμο και την εκμάθηση μέσα από την προβληματική. Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο εκπαιδευτικών μεταδεδομένων που χρησιμοποιεί το Ευρωπαϊκό Έργο Inspiring Science. Ένας από τους στόχους του συγκεκριμένου έργου είναι να δημιουργήσει μια ψηφιακή βιβλιοθήκη με εκπαιδευτικά εργαλεία για τη διδασκαλία των επιστημών.

Στο μοντέλο εκπαιδευτικών μεταδεδομένων που υιοθετούμε αναφέρεται ο όρος «Μεγάλες Ιδέες της επιστήμης». Η έννοια της «Μεγάλες Ιδέας» προέρχεται από την Αμερικανική Ένωση για την Πρόοδο της Επιστήμης του (AAAS) Έργο 2061, η οποία ανέπτυξε θέματα που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής για την παιδεία στην επιστήμη, τα μαθηματικά και την τεχνολογία. Οι προγραμματιστές του Έργου 2061 χαρτογράφησαν τις διάφορες πτυχές της επιστήμης με την πρόθεση να προσφέρουν μια σειρά από πτυχές τις οποίες οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να εντοπίσουν τα σημεία αναφοράς για την παιδεία στην επιστήμη στο πρόγραμμα σπουδών. Αντί του όρου «θέμα» το AAAS άρχισε ανεπίσημα τη χρήση του όρου «Μεγάλη Ιδέα» (Lelliott & Rollnick, 2010). Πιο αναλυτικά, κάθε επιστημονικό πεδίο είναι χτισμένο σε ένα σύνολο βασικών εννοιών, των οποίων η κατανόηση είναι απαραίτητη. Αυτές οι βασικές έννοιες, μόνες τους ή σε συνδυασμό, θα μπορούσαν να έχουν διαμορφώσει την ανάπτυξη ενός επιστημονικού πεδίου ή ακόμα και να εξηγήσουν τα φαινόμενα που σχετίζονται με ένα πεδίο, ή να συμβάλλουν στο ότι η κατανόηση του πεδίου πρέπει να αρχίσει με θεμελιώδεις ιδέες. Οι μεγάλες ιδέες αποτελούν τον πυρήνα ενός τομέα. Είναι ζωτικής σημασίας για τη βασική ικανότητα, επειδή η βαθύτερη κατανόηση εξαρτάται από αυτές τις βασικές ιδέες και τα δομικά στοιχεία για μελλοντικές επιστήμη της κατανόησης. Οι μεγάλες ιδέες είναι διεπιστημονικές. Δηλαδή, μπορεί να θεωρηθούν ως «μεγάλες ιδέες» στην επιστήμη γενικά και όχι πιο στενά νοείται ως «μεγάλες ιδέες» στη χημεία ή η βιολογία (Stevens, et al. 2007).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται αναλυτικά το μοντέλο μεταδεδομένων που υιοθετούμε για τον χαρακτηρισμό των εκπαιδευτικών εργαλείων. Αξίζει να σημειώσουμε ότι στην κατηγορία Type (Τύπος) εκπαιδευτικού εργαλείου, έχουν προστεθεί τρία ακόμα είδη: Εργαλείο Μοντελοποίησης (Modeling Tool), Εργαλείο Εννοιολογικής Μοντελοποίησης

(Concept Modeling), Εργαλείο Εξάσκησης & Πρακτικής (Drill & Practice), σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχει γίνει στο Κεφάλαιο 2.

*Πίνακας 2: Εκπαιδευτικό Μοντέλο Μεταδεδομένων ISE*

ΑΑ	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
1	<b>Ονομασία του εκπαιδευτικού εργαλείου (eTool Title)</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	Ο χαρακτηριστικός τίτλος του εργαλείου.

2	<b>Τύπος (Type)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απομακρυσμένο Εργαστήριο (Remote Lab)</li> <li>• Εικονικό Εργαστήριο (Virtual Lab)</li> <li>• Παιχνίδι (Game)</li> <li>• Εργαλείο Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR Tool)</li> <li>• Εργαλείο Εικονικής Πραγματικότητας (VR Tool)</li> <li>• Εργαλείο Αξιολόγησης (Assessment Tool)</li> <li>• Εργαλείο Ανάλυσης (Analysis Tool)</li> <li>• Εργαλείο Μοντελοποίησης (Modeling Tool)</li> <li>• Εργαλείο Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling)</li> <li>• Εργαλείο Εξάσκησης &amp; Πρακτικής (Drill &amp; Practice)</li> </ul>	<p>Η κατηγορία στην οποία εντάσσεται το εργαλείο.</p>
3	<b>Οργανισμός παρόχου (Provider Organization)</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	<p>Αναγράφεται ο οργανισμός ο οποίος παρέχει το εργαλείο. Στην αναφορά περιλαμβάνεται ο τίτλος του οργανισμού.</p>
AA	<b>Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)</b>	<b>Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)</b>	<b>Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων</b>
4	<b>Στοιχεία ιδιοκτήτη του εργαλείου (Όνομα) (Tool Owner Details), Name</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	<p>Αναφέρεται το όνομα του δημιουργού.</p>

5	<b>Στοιχεία ιδιοκτήτη του εργαλείου (E-mail)</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	Αναφέρεται το email του δημιουργού.
6	<b>Σύνδεσμος εκπαιδευτικού εργαλείου (URL)</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	Περιλαμβάνεται το URL στο οποίο είναι διαθέσιμο το εργαλείο.
7	<b>Γλώσσα(ες) περιβάλλοντος εργασίας χρήστη ( User Interface Language(s))</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN (Αγγλικά)</li> <li>• EL (Ελληνικά)</li> <li>• FR (Γαλλικά)</li> <li>• CA (Καταλανικά)</li> <li>• CS (Τσέχικα)</li> <li>• DE (Γερμανικά)</li> <li>• ES (Ισπανικά)</li> <li>• HU (Ουγγρικά)</li> <li>• IT (Ιταλικά)</li> <li>• PT (Πορτογαλικά)</li> <li>• Άλλη</li> </ul>	Καταγράφονται οι γλώσσες στις οποίες είναι διαθέσιμο το εργαλείο. Μπορεί να είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από μία γλώσσες.
8	<b>Περιγραφή και Πρωταρχικοί στόχοι (Description and Primary aims)</b>	<i>Ελεύθερο κείμενο</i>	Μία σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του εργαλείου.

AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
9	Πεδίο(α) Εκπαιδευτικού Αντικειμένου (Subject domain(s))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επιστήμη: <a href="http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=1">http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=1</a></li> <li>• Μαθηματικά: <a href="http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=1278">http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=1278</a></li> <li>• Τεχνολογία και Μηχανική: <a href="http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=7431">http://vocbank.opendiscoveryspa.ce.eu/thematic/index.php?tema=7431</a></li> </ul>	Καταγράφεται το(α) επιστημονικό(ά) πεδίο(α) το(α) οποίο(α) πραγματεύεται η εκπαιδευτική εφαρμογή.
10	Ηλικιακό Εύρος (Age Range)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6-9</li> <li>• 9-12</li> <li>• 12-15</li> <li>• 15-18</li> <li>• 18+</li> </ul>	Καταγράφονται οι ηλικίες των εκπαιδευομένων στους οποίους απευθύνεται το εκπαιδευτικό εργαλείο.
11	Συμμετοχή στην επιστημονική διαδικασία (Engaging in scientific reasoning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χειρισμός (Manipulating)</li> <li>• Δοκιμασία (Testing)</li> <li>• Εξερεύνηση (Exploring)</li> <li>• Πρόβλεψη (Predicting)</li> <li>• Αμφισβήτηση (Questioning)</li> <li>• Παρατήρηση (Observing )</li> <li>• Ανάλυση (Analysing)</li> <li>• Εκλογίκευση του φυσικού και υλικού κόσμου (Making sense of the natural and physical world)</li> </ul>	Καταγράφεται ο τρόπος με τον οποίο το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να συνδράμει στην επιστημονική επιχειρηματολογία.

AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
12	<b>Εκπαιδευτικοί στόχοι (Educational Objectives)</b>	<p><b>Γνωστικός τομέας (διεργασίες):</b> Επιλέγεται μόνο ένα</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• μνήμης</li> <li>• κατανόησης</li> <li>• εφαρμογής</li> <li>• κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας</li> </ul> <p><b>Γνωστικός τομέας (γνώση):</b> Δυνατότητα επιλογής περισσότερου από ένα αν το κρίνεται απαραίτητο</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Τεκμηρίωσης</li> <li>• Εννοιολογικοί στόχοι</li> <li>• Διαδικαστικοί στόχοι</li> <li>• Μεταγνωστικοί στόχοι</li> </ul> <p><b>Συναισθηματικός τομέας:</b> Επιλέγεται μόνο ένα</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• για την συγκέντρωση της προσοχής</li> <li>• την απόκριση και συμμετοχή</li> <li>• την αναγνώριση αξιών</li> <li>• τον σχηματισμό και την υιοθέτηση ενός συστήματος αξιών</li> </ul> <p><b>Ψυχοκινητικός τομέας:</b> Επιλέγεται μόνο ένα</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• για την μίμηση και την προσπάθεια</li> <li>• την εκτέλεση με σιγουριά ακολουθώντας τις οδηγίες</li> <li>• την αυτόνομη εκτέλεση με δεξιοτεχνία και με ακρίβεια</li> <li>• την προσαρμογή και την δημιουργική εκτέλεση</li> </ul>	<p>Καταγράφεται ο στόχος που εξυπηρετείται από τη χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου.</p> <p>Καταγράφεται το είδος της γνώσης που εξυπηρετεί η εκπαιδευτική εφαρμογή.</p> <p>Καταγράφεται ο τομέας της ανθρώπινης ψυχολογίας (σχετικός με την εκπαίδευση) που μπορεί να επηρεάσει το εκπαιδευτικό εργαλείο.</p> <p>Καταγράφεται ο ψυχοκινητικός τομέας που κρίνεται ότι δύναται να ενεργοποιήσει το εκπαιδευτικό λογισμικό.</p>

<p>13</p>	<p><b>Επίπεδο Τεχνολογικών Ικανοτήτων Εκπαιδευτικού (Teacher ICT competency level)</b></p>	<p>Ως προς την <b>Κατανόηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Πολιτική Ευαισθητοποίησης</li> <li>• Πολιτική Κατανόησης</li> <li>• Πολιτική Καινοτομίας</li> </ul> <p>Ως προς το <b>Πρόγραμμα Σπουδών και Αξιολόγηση:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Βασικές γνώσεις</li> <li>• Εφαρμογή της γνώσης</li> <li>• Δεξιότητες της κοινωνίας της γνώσης</li> </ul> <p>Ως προς την <b>Παιδαγωγική:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ενσωμάτωση της τεχνολογίας</li> <li>• Επίλυση σύνθετων προβλημάτων</li> <li>• Αυτοδιαχείριση</li> </ul> <p>Ως προς τις <b>ΤΠΕ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Βασικά εργαλεία</li> <li>• Σύνθετα εργαλεία</li> <li>• Διάχυτα εργαλεία</li> </ul> <p>Ως προς την <b>Οργάνωση και Διοίκηση:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Τυπική αίθουσα διδασκαλίας</li> <li>• Συνεργατικές ομάδες</li> <li>• Οργανισμοί Μάθησης</li> </ul> <p>Ως προς την <b>Επαγγελματική εκπαίδευση του Καθηγητή:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ψηφιακός Εγγραμματισμός</li> <li>• Διαχείριση και Καθοδήγηση</li> <li>• Ο Καθηγητής ως πρότυπο εκπαιδευομένου</li> </ul>	<p>Καταγράφεται το κατά πόσο χρειάζεται να έχει κατανόησει τον ρόλο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση ο εκπαιδευτικός προκειμένου να εντάξει το εργαλείο στην εκπαίδευση.</p> <p>Καταγράφεται το απαραίτητο επίπεδο γνώσεων του δασκάλου για να μπορέσει να ανταποκριθεί στην ένταξη του εργαλείου στην εκπαίδευση.</p> <p>Καταγράφεται σε ποιο παιδαγωγικό μοντέλο εντάσσεται το εκπαιδευτικό λογισμικό.</p> <p>Καταγράφεται η πολυπλοκότητα του ίδιου του λογισμικού ως προς την χρήση του.</p> <p>Καταγράφεται σε τι μοντέλο εκπαιδευτικής οργάνωσης και διαχείρισης μπορεί να ενταχθεί το εκπαιδευτικό λογισμικό.</p> <p>Καταγράφεται η θέση του δασκάλου κατά την διδασκαλία με την χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού.</p>
-----------	--	---	--

AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
14	<b>Επίπεδο δυσκολίας</b> (Level of difficulty)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Εύκολο, απλό στην χρήση</b> (Δεν χρειάζεται η καθοδήγηση του καθηγητή)</li> <li>• <b>Μέτριο</b> (Χρειάζεται η καθοδήγηση του καθηγητή σε ορισμένα στάδια της διαδικασίας)</li> <li>• <b>Προχωρημένο</b> (Ο Καθηγητής πρέπει να υποστηρίξει τους μαθητές καθ' όλη την διάρκεια της διαδικασίας)</li> </ul>	Καταγράφεται το πόσο δύσκολο ήταν το εκπαιδευτικό εργαλείο στον χειρισμό του.
15	<b>Επίπεδο αλληλεπίδρασης</b> (Level of interaction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Χαμηλό</b> (Οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν μόνο πολύ λίγες παραμέτρους ή μπορούν να ακολουθήσουν μόνο μία γραμμή δράσης)</li> <li>• <b>Μεσαίο</b> (Οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα από πολλές παραμέτρους προς χειρισμό)</li> <li>• <b>Υψηλό</b> (Όλες οι παράμετροι του πειράματος θα πρέπει να έχουν οριστεί από την χρήση)</li> </ul>	Καταγράφεται το επίπεδο διαδραστικότητας του εργαλείου.
16	<b>Υποστήριξη μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες και αναπηρίες</b> (Supporting students with learning difficulties and special needs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σωματικά προβλήματα</li> <li>• Προβλήματα όρασης</li> <li>• Προβλήματα ακοής</li> <li>• Μαθησιακές δυσκολίες</li> <li>• Δεν υπάρχουν ειδικές διατάξεις</li> </ul>	Καταγράφεται το αν το εργαλείο υποστηρίζει άτομα με ειδικές ανάγκες.



AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
17	<b>Εγχειρίδιο χρήστη (User manual)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ναι (παράθεση URL)</li> <li>• Όχι</li> </ul>	Καταγράφεται το αν το εργαλείο συνοδεύεται από οδηγίες χρήσης.
18	<b>Μεγάλες Ιδέες της Επιστήμης (Big Ideas of Science)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Όλα τα υλικά στο Σύμπαν είναι κατασκευασμένα από πολύ μικρά σωματίδια. Το φως σε όλα τα διαφορετικά μήκη κύματος διαπερνά το Σύμπαν</li> <li>2. Τα αντικείμενα μπορούν να επηρεάσουν άλλα αντικείμενα σε απόσταση</li> <li>3. Η αλλαγή της κίνησης ενός αντικειμένου απαιτεί μία καθαρή δύναμη να ενεργεί πάνω σε αυτό</li> <li>4. Η συνολική ποσότητα της ενέργειας στο Σύμπαν είναι πάντοτε η ίδια, αλλά η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται όταν τα πράγματα αλλάζουν ή γίνονται για να συμβεί αυτό</li> <li>5. Η σύνθεση της Γης και της ατμόσφαιράς της και των διεργασιών που συμβαίνουν στο εσωτερικό τους, διαμορφώνουν την επιφάνεια της Γης και το κλίμα της</li> <li>6. Το ηλιακό σύστημα είναι ένα πολύ μικρό μέρος ενός από τα εκατομμύρια των γαλαξιών στο Σύμπαν</li> <li>7. Οι οργανισμοί οργανώνονται σε κυτταρική βάση</li> <li>8. Οι οργανισμοί χρειάζονται...</li> </ol>	Καταγράφεται το αν και ποιες βασικές επιστημονικές αρχές επιδεικνύονται στο εργαλείο.

		<p>(...συνέχεια)</p> <p>την παροχή ενέργειας και υλικών για τα οποία συχνά εξαρτώνται από ή ανταγωνίζονται με άλλους οργανισμούς</p> <p>9. Η γενετική πληροφορία περνά από τη μία γενιά οργανισμών στην άλλη</p> <p>10. Η ποικιλομορφία των οργανισμών, ζώντων και εξαφανισμένων, είναι το αποτέλεσμα της εξέλιξης.</p>	
19	<p><b>Τεχνικές Απαιτήσεις (Technical Requirements)</b></p>	<p><b>Λειτουργικό Σύστημα:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows</li> <li>• Mac OS</li> <li>• Linux, iOS</li> <li>• Android</li> <li>• Άλλο (Παρακαλώ προσδιορίστε)</li> </ul> <p><b>Ειδικά plugin(s) ανάλογα με την έκδοση:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flash</li> <li>• Java</li> <li>• Άλλο (Παρακαλώ προσδιορίστε)</li> </ul> <p><b>Πρόγραμμα(τα) περιήγησης Διαδικτύου ανάλογα με την έκδοση:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorer</li> <li>• Firefox</li> <li>• Google Chrome</li> <li>• Safari</li> <li>• Άλλο (Παρακαλώ προσδιορίστε)</li> </ul>	<p>Καταγράφεται το λειτουργικό σύστημα στο οποίο μπορεί να τρέξει το εκπαιδευτικό λογισμικό.</p> <p>Καταγράφεται αν και ποια plugins μπορεί να είναι απαραίτητα για να τρέξει το εκπαιδευτικό λογισμικό.</p> <p>Καταγράφεται σε ποιους browsers μπορεί να τρέξει η εφαρμογή.</p>

AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
20	<b>Απαίτηση εγγραφής (Registration needed)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ναι</li> <li>• Όχι</li> </ul>	Καταγράφεται το αν η χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου απαιτεί προηγουμένως εγγραφή του χρήστη της.
21	<b>Άδεια χρήσης (Copyright License)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CC – Zero (καθολική) - <a href="http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/">http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/</a></li> <li>• CC BY (v3.0 Unported) - <a href="http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/">http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/</a></li> <li>• CC BY-SA- <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/</a></li> <li>• CC BY-NC – <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/</a></li> <li>• CC BY-NC-SA <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/</a></li> <li>• CC BY-ND – <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0</a></li> <li>• CC BY-NC-ND <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/1.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/1.0/</a></li> <li>• Γενική Άδεια Δημόσιας Χρήσης GNU - <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a></li> <li>• Άδεια Εμπορικής Χρήσης</li> <li>• Άλλο (Παρακαλώ προσδιορίστε)</li> </ul>	Καταγράφεται το αν το εκπαιδευτικό λογισμικό διέπεται από κάποια άδεια χρήση και από ποια.

AA	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
22	<b>Καταλληλότητα για χρήση μέσω κινητών συσκευών (Suitable for mobile devices?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φιλικό για κινητά τηλέφωνα</li> <li>• Συμβατό με τα κινητά τηλέφωνα</li> <li>• Μη συμβατό</li> </ul>	Καταγράφεται αν το εκπαιδευτικό εργαλείο μπορεί αν χρησιμοποιηθεί σε φορητές συσκευές.
23	<b>Φάσεις του Ανακαλυπτικού Μοντέλου που υποστηρίζει (Inquiry cycle)</b>	<p><b>Προσανατολισμός &amp; Ερωτήσεις</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Προσανατολισμός: Παροχή επαφής με το περιεχόμενο ή/και πρόκληση της περιέργειας</li> <li>• Καθορισμός των στόχων ή/και των ερωτήσεων σε σχέση με την υφιστάμενη</li> </ul> <p><b>Δημιουργία Υποθέσεων &amp; Σχεδιασμός</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Δημιουργία των υποθέσεων ή των προκαταρκτικών εξηγήσεων</li> <li>• Σχεδιασμός/Μοντέλο</li> </ul> <p><b>Σχεδιασμός &amp; Έρευνα</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σχεδιασμός της έρευνας</li> <li>• Εκτέλεση της έρευνας</li> </ul> <p><b>Ανάλυση &amp; Ερμηνεία</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Συγκέντρωση των αποτελεσμάτων από τα δεδομένα</li> </ul> <p><b>Συμπέρασμα &amp; Αξιολόγηση</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαγωγή συμπεράσματος και συζήτηση του αποτελέσματος/εξήγησης</li> </ul> <p><b>Αξιολόγηση/συλλογισμός</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Άλλες εξηγήσεις</li> </ul>	Αναφέρεται στην φάση της ερευνητικής διαδικασίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εργαλείο.

ΑΑ	Στοιχεία Μεταδεδομένων (Metadata Elements)	Τύπος Μεταδεδομένων (ISE Metadata Elements Vocabulary)	Περιγραφή Στοιχείων Μεταδεδομένων
24	<b>Μέσος χρόνος χρήσης ανά πείραμα / συνεδρία (Average time of use per experiment/session)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Λιγότερο από 1 διδακτική ώρα,</li> <li>• 1 διδακτική ώρα</li> <li>• 2 διδακτικές ώρες</li> <li>• 3 διδακτικές ώρες</li> <li>• περισσότερες από 3 διδακτικές ώρες</li> </ul>	Ο απαιτούμενος χρόνος για την ολοκλήρωση της διδασκαλίας.

Το παραπάνω σύστημα μεταδεδομένων όπως φαίνεται χαρακτηρίζει από όλες τις πτυχές το εκπαιδευτικό εργαλείο. Περιγράφει όλες εκείνες τις πληροφορίες που χρειάζεται ο εκπαιδευτικός για τον εντοπισμό των εφαρμογών εκείνων που είναι κατάλληλο:

- Για το δεδομένο εκπαιδευτικό αντικείμενο
- Για τον διαθέσιμο χώρο και χρόνο
- Για την δεδομένη κατάρτιση του δασκάλου
- Για την φάση της διδασκαλίας που εντάσσεται.

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της διαδικασίας χαρακτηρισμού των εκπαιδευτικών εργαλείων και ανάλυση σύμφωνα με τα στοιχεία που καταγράφηκαν.

## Κεφάλαιο 4: Χαρακτηρισμός και Κατηγοριοποίηση Επιλεγμένων Εκπαιδευτικών Εργαλείων

### 4.1 Επιλογή Δείγματος

Ο χαρακτηρισμός των διαδικτυακών εκπαιδευτικών εφαρμογών, απαιτούσε την δημιουργία ενός ικανού δείγματος από το οποίο να ήταν εφικτό να αντληθούν ασφαλή συμπεράσματα. Το πλήθος των εφαρμογών που επιλέχθηκαν ανέρχεται στις εκατό ενενήντα πέντε (195). Η θεματολογία των εφαρμογών αυτών κινείται ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά, πιο γνωστή από το αγγλικό ακρωνύμιο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Μία ακόμα προϋπόθεση για να ενταχθούν οι εφαρμογές στο δείγμα ήταν να παρέχεται η χρήση τους δωρεάν μέσω διαδικτύου χωρίς να απαιτείται ο χρήστης τους να κατεβάζει κάποιου είδους λογισμικό στην συσκευή του καθώς και να είναι κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν στην διδασκαλία στο σχολείο.

Ένα είδος πηγών για την αναζήτηση εφαρμογών που θα μπορούσαν να ενταχθούν στο δείγμα ήταν αποθετήρια (repositories) που περιλαμβάνουν εγγραφές που περιγράφουν εκπαιδευτικές εφαρμογές. Οι κατάλογοι αυτοί καταγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά των εφαρμογών, τον τρόπο που αλληλοεπιδρά ο χρήστης με αυτές, το εκπαιδευτικό αντικείμενο που πραγματεύεται, τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες απευθύνεται και άλλες σχετικές πληροφορίες, όπως επίσης και έναν υπερσύνδεσμο προς την ίδια την εφαρμογή. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το Inspiring Science Repository από το οποίο αντλήθηκαν πληροφορίες προκειμένου να εξεταστούν 29 εκπαιδευτικές εφαρμογές. Εξετάστηκαν επίσης διαδικτυακοί τόποι οι οποίοι παρέχουν δωρεάν εκπαιδευτικές εφαρμογές. Αυτοί ήταν:

- Phnet: Ο δικτυακός τόπος phnet έχει αναπτυχθεί από το πανεπιστήμιο του Colorado και παρέχει την δυνατότητα στους χρήστες του να χρησιμοποιούν μέσω του διαδικτύου προσομοιώσεις με θέματα από την φυσική, την χημεία και τα μαθηματικά. Οι εφαρμογές αυτές είναι γραμμένες σε Java, html5 και flash. Οι εφαρμογές χρηματοδοτούνται από χορηγούς που στηρίζουν το έργο και έτσι μπορεί το σύνολο τους να είναι δωρεάν διαθέσιμο σε εκπαιδευτικούς και μαθητές. Οι ηλικίες στις οποίες κυρίως απευθύνεται είναι αυτές του δημοτικού σχολείου και του γυμνασίου. Η έρευνα τροφοδοτήθηκε από τον δικτυακό τόπο του πανεπιστημίου με 50 εφαρμογές.

- **Abcya:** Πρόκειται για διαδικτυακό τόπο που παρέχει δωρεάν εκπαιδευτικά παιχνίδια απευθυνόμενα κυρίως στις ηλικίες προσχολικής αγωγής και του μαθητών του δημοτικού σχολείου. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που περιλαμβάνει έχουν δημιουργηθεί ή έχουν εγκριθεί από πιστοποιημένους εκπαιδευτικούς του σχολείου. Από το Abcya αντλήθηκαν 25 εκπαιδευτικές εφαρμογές.
- **Arcademic Skill Builders:** Arcademic skill builders είναι μία αποθήκη online εκπαιδευτικών παιχνιδιών του Πανεπιστημίου του Κάνσας που προσφέρουν μια ισχυρή προσέγγιση στη μάθηση βασικών μαθηματικών, γλώσσας, του λεξιλογίου και δεξιοτήτων σκέψης. Τα παιχνίδια είναι αποτέλεσμα της ανάμειξης χαρακτηριστικών βιντεοπαιχνιδιών και εκπαιδευτικής έρευνας, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται αποδοτική μάθηση μέσω της προσέλευσης των μαθητών. Από τον δικτυακό τόπο του Arcademic skill builders αντλήθηκαν 15 εφαρμογές απευθυνόμενες κυρίως στις ηλικίας των μαθητών του δημοτικού σχολείου.
- **Desmos:** Στον δικτυακό τόπο της Desmos περιλαμβάνονται εργαλεία μοντελοποίησης μαθηματικών συναρτήσεων. Οι εφαρμογές που περιλαμβάνονται στην συλλογή αυτή είναι γραμμένες σε html5 και δίνουν την ευκαιρία σε μαθητές κυρίως γυμνασίου και λυκείου να αντιλαμβάνονται τις μαθηματικές έννοιες με περισσότερο ξεκάθαρο τρόπο. Από την συλλογή αυτή αντλήθηκαν 8 εφαρμογές.
- **Fun Brain:** Στον δικτυακό τόπο της Fun Brains περιλαμβάνονται εκπαιδευτικά παιχνίδια, ηλεκτρονικά βιβλία και κόμικς. Το υλικό απευθύνεται σε ηλικίες μέχρι 8 ετών και εξυπηρετεί την ανάπτυξη δεξιοτήτων στα μαθηματικά, την ανάγνωση και την γενικότερη παιδεία των παιδιών. Θεωρείται ότι οι εφαρμογές αυτές είναι σε θέση να ολοκληρώσουν την εκπαίδευση που πραγματοποιείται στην τάξη. Το εκπαιδευτικό υλικό είναι διαθέσιμο δωρεάν online μέσω του διαδικτύου. Από την συλλογή του Fun Brain αντλήθηκαν 5 εκπαιδευτικές εφαρμογές.
- **Intel Education:** Από τον δικτυακό τόπο της Intel αντλήθηκαν 4 εφαρμογές με θεματολογία γύρω από τα μαθηματικά. Οι εφαρμογές αυτές είναι δωρεάν διαθέσιμες μέσω του διαδικτύου.
- **Oxford University:** Από την συλλογή εκπαιδευτικών εφαρμογών του πανεπιστημίου της Οξφόρδης αντλήθηκαν 3 εφαρμογές με αντικείμενο την χημεία. Οι εφαρμογές αυτές απευθύνονται σε ηλικίες μαθητών γυμνασίου και λυκείου και είναι διαθέσιμες δωρεάν μέσω του διαδικτύου.
- **Φωτόδεντρο:** Το Φωτόδεντρο είναι το Πανελλήνιο Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Διαθέσιμο δωρεάν σε μαθητές, δασκάλους, γονείς και κάθε ενδιαφερόμενο. Σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ στο πλαίσιο του «Ψηφιακού Σχολείου».

Φιλοξενεί μαθησιακά αντικείμενα όπως πειράματα, διαδραστικές προσομοιώσεις, διερευνήσεις, εικόνες, εκπαιδευτικά παιχνίδια, 3D χάρτες, ασκήσεις. Βασίζεται κυρίως σε τεχνολογίες flash και html5. Από την συλλογή αυτή αντλήθηκαν 4 εφαρμογές.

- Πανεπιστήμιο Νεμπράσκα: Από τον διαδικτυακό τόπο του πανεπιστημίου αντλήθηκαν 4 εφαρμογές αστρονομικού ενδιαφέροντος. Οι εφαρμογές είναι δωρεάν διαθέσιμες για χρήση μέσω του διαδικτύου.

Εκτός αυτών με κατάλληλες αναζητήσεις στο διαδίκτυο εντοπίστηκαν και μελετήθηκαν και ένας αριθμός από μεμονωμένες εφαρμογές που πληρούσαν τα κριτήρια που είχαν τεθεί.

## 4.2 Παρουσίαση Διαδικασίας Χαρακτηρισμού

Κατά την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών εργαλείων ελέγχθησαν τα χαρακτηριστικά όπως αυτά παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3 , (βλ. Πίνακας 3).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα παράδειγμα χαρακτηρισμού του εκπαιδευτικού εργαλείου με τίτλο Eyes on the Solar System 3D σύμφωνα με το μοντέλο μεταδεδομένων που προαναφέραμε .

**Πίνακας 3:** Χαρακτηρισμός του εκπαιδευτικού εργαλείου *Eyes on the Solar System 3D*

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΤΙΜΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Τίτλος	Eyes on the Solar System 3D	
2	Τύπος Εργαλείου	VR Tool	
3	Πάροχος	NASA Contact person in ISE Rosa Doran rosa.doran@nuclio.pt	
4	URL	<a href="http://eyes.nasa.gov/">http://eyes.nasa.gov/</a>	Είναι προσβάσιμο μέσω του διαδικτύου.



ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΤΙΜΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5	Γλώσσες	EN (English)	Το εργαλείο προσφέρεται αποκλειστικά στην αγγλική γλώσσα. Οι χρήστες του θα πρέπει να μιλούν αγγλικά.
6	Περιγραφή	An interactive simulation for navigating the space in order to be explored by students.	
7	Πεδίο Εκπαιδευτικού Αντικειμένου	Science-Astronomy, Technology and Engineering	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση σε αντικείμενα των δύο τομέων.
8	Ηλικίες	12-15 15-18 18+	Είναι κατάλληλο για διδασκαλία σε μαθητές από 12 έως 18 ετών.
9	Engaging in scientific reasoning	Exploring	Θεωρείται κατάλληλο για να ενεργοποιήσει τις εξερευνητικές τάσεις των μαθητών προς την γνώση.
10	Cognitive domain	to understand	Βοηθάει τον μαθητή στην κατανόηση του διδαχθέντος εκπαιδευτικού αντικειμένου.
11	Cognitive domain (Knowledge)	Factual	Περιγράφει εκπαιδευτικό αντικείμενο που σχετίζεται με καταστάσεις του πραγματικού κόσμου.
12	Affective Domain	to form and follow a system of values	Οι μαθητές ακολουθούν ένα σύνολο κανόνων αντιλαμβανόμενοι την σημασία που έχει αυτό για την διαδικασία που προσομοιώνεται.

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΤΙΜΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
13	Psychomotor Domain	to adapt and perform creatively	Το λογισμικό είναι ικανό να ενεργοποιήσει ικανοποιητικά την αφομοίωση των εννοιών και την χρήση τους αποδοτικά.
14	Teacher ICT competency level		
	Understanding ICT in Education	Policy Awareness	Για να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά από τον διδάσκοντα ια πρέπει αυτό να έχει επίγνωση της θέσης του λογισμικού στην εκπαίδευση.
	Curriculum and Assessment	Basic knowledge	Η χρήση του λογισμικού από τον διδάσκοντα στις εκπαιδευτικές διεργασίες απαιτεί από αυτόν να έχει βασικές γνώσεις σε ΤΠΕ.
	Pedagogy	Integrate technology	Το λογισμικό ενσωματώνεται ομοιόμορφα στην μαθησιακή διεργασία του εκπαιδευτικού αντικειμένου και την υποστηρίζει.
	ICT	Basic tools	Χρειάζεται η γνώση χειρισμού βασικών εργαλείων των ΤΠΕ για την χρήση του λογισμικού ως εκπαιδευτικού εργαλείου.
	Organization and Administration	Standard classroom	Η χρήση του εργαλείου γίνεται στην τάξη.
	Teacher professional Learning	Manage and guide	Ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές στην χρήση του εργαλείου.

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΤΙΜΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
15	Επίπεδο Δυσκολίας	Medium	Το λογισμικό παρουσιάζει μέτριο επίπεδο πολυπλοκότητας ως προς την χρήση του.
16	Επίπεδο Διαδραστικότητας	Medium	Το λογισμικό παρουσιάζει μέσα επίπεδα διαδραστικότητας.
17	Υποστήριξη ατόμων με ειδικές ανάγκες	No specific provisions	Δεν παρέχει λειτουργίες που να υποστηρίζει την χρής του από άτομα με ειδικές ανάγκες.
18	Ύπαρξη οδηγιών χρήσης	Όχι	Δεν παρέχεται έγγραφο με οδηγίες χρήσεως της εφαρμογής.
19	Αρχές των Επιστημών που εφαρμόζουν	2.Objects can affect other objects at a distance 3. Changing the movement of an object requires a net force to be acting on it. 5. The composition of the Earth and its atmosphere and the processes occurring within them shape the Earth's surface and its climate. 6. The solar system is a very small part of one of millions of galaxies in the Universe.	Καταγράφεται το αν και ποιες βασικές επιστημονικές αρχές επιδεικνύονται στο εργαλείο.
20	Τεχνικές Απαιτήσεις λειτουργίας		
	Λειτουργικό Σύστημα	Windows	Λειτουργεί σε συστήματα που τρέχουν ΛΣ Windows.
	Browser	Explorer Mozilla Chrome Safari Other	Μπορεί να τρέξει σωστά σε κάθε browser.
	Απαιτούμενα Plugins		Δεν απαιτεί την εγκατάσταση plugins για την λειτουργία του.

ΑΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΤΙΜΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
21	Ανάγκη για εγγραφή	όχι	Δεν απαιτεί εγγραφή του χρήστη για να δοθεί για χρήση.
22	Άδεια χρήσης	CC – Zero (universal)	
23	Καταλληλότητα για χρήση σε φορητές συσκευές	Not Compatible	Δεν υπάρχει πρόβλεψη για χρήση από κινητές συσκευές (smartphones, tablets).
24	Inquiry cycle	Orienting & Asking questions Hypothesis generation & Design Analysis & Interpretation Conclusion & Evaluation	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε φάση της εξέτησης της λήψης και αφομοίωσης της γνώσης.
25	Connected ISE Demonstrator URL		Δεν παρέχεται.
26	Μέσος χρόνος χρήσης	1 didactic hour	Θεωρείται ότι χρειάζεται χρήση του εργαλείου για μία διδακτική ώρα προκειμένου να επιτελέσει τον σκοπό του.

### 4.3 Ανάλυση των Μεταδεδομένων των Επιλεγμένων Ψηφιακών Εκπαιδευτικών Εργαλείων

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των μεταδεδομένων κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε μερικές πληροφορίες για την εντροπία πληροφοριών σύμφωνα με την οποία έγινε η ανάλυση τους.

Η εντροπία αποτελεί μία συνάρτηση του πλήθους των πιθανών καταστάσεων, στις οποίες μπορεί να βρίσκεται ένα σύστημα, που αποδίδει ένα φυσικό μέγεθος που περιγράφει την αποτίμηση της βεβαιότητας ενός συστήματος. Στηρίζεται στην θεωρία που δέχεται ότι σε ένα κλειστό σύστημα η διαθέσιμη ενέργεια δεν μπορεί να αυξάνει ή δεν μπορεί να μειώνεται.

Ο Shannon μοντελοποίησε την πληροφορία σαν μια σειρά από γεγονότα που μπορεί να παρατηρηθούν σε ένα σύστημα με προσδιορισμένες πιθανότητες και κατέδειξε ότι η πληροφορία που περιλαμβάνει ένα γεγονός  $x$  εξαρτάται μόνο από την πιθανότητα ( $p$ ) να συμβεί. Όσο μικρότερη είναι η πιθανότητα αυτή τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό της πληροφορίας που περιλαμβάνει το  $x$  επικράτηση του ενδεχομένου  $x$ . Κάθε μεταβολή του  $p$  προκαλεί μεταβολή στην πληροφορία  $I(p)$  του ενδεχομένου  $x$ . Έστω δύο ανεξάρτητα ενδεχόμενα  $x$  και  $y$  με πιθανότητες να συμβούν έστω  $p_x, p_y$  αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή τα δύο ενδεχόμενα συνδέονται με την σχέση:

$$I(p_x + p_y) = I(p_x) + I(p_y)$$

Αν θεωρήσουμε μία τυχαία μεταβλητή  $X$  που λαμβάνει τιμές από ένα πεπερασμένο πλήθος  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  με πιθανότητα

$P(X=x_i)=p_i, 0 \leq p_i \leq 1$  για κάθε  $i, 1 \leq i \leq n$  και

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1,$$

τότε η εντροπία της  $H(X)$  ορίζεται ως:

$$H(X) = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i = \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{1}{p_i}$$

Η μετρική εντροπία της πληροφορίας δίνεται από την σχέση:

$$H(X) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{1}{p_i}$$

Όπου  $L$  είναι ο αριθμός των παρατηρήσεων.

Παρακάτω γίνεται ανάλυση των μεταδεδομένων για κάθε ένα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Τύπος Εργαλείου (Type)
2. Γλώσσα (Language)
3. Μεγάλες Ιδέες της Επιστήμης (Big Idea)
4. Πεδίο Εκπαιδευτικού Αντικειμένου (Subject Domain)
5. Τομέας της Επιστήμης (Science)
6. Ηλικιακό Εύρος (Age Range)
7. Συμμετοχή στην επιστημονική διαδικασία (Engaging in Scientific Reasoning)

**8. Επίπεδο Δυσκολίας (Level of Difficulty)**

**9. Επίπεδο Αλληλεπίδρασης (Level of Interaction)**

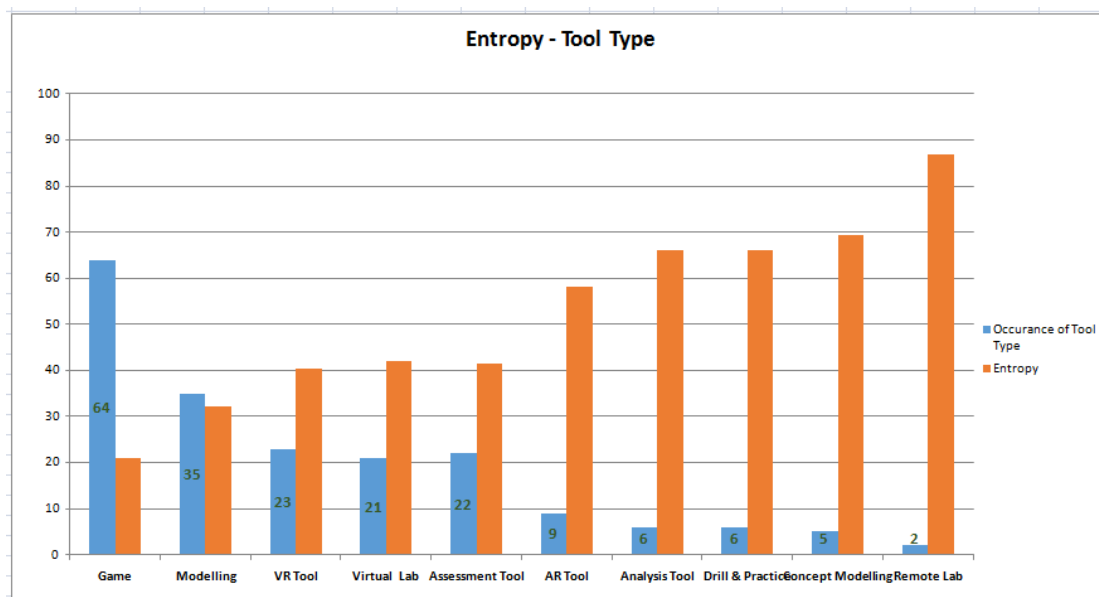
**1. Τύπος Εργαλείου**

Στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να χρησιμοποιηθούν διαφορετικού τύπου εκπαιδευτικά εργαλεία ανάλογα με το εκπαιδευτικό σκοπό που χρειάζεται να επιτευχθεί αλλά και το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται. Οι κατηγορίες εργαλείων περιλαμβάνουν:

- Απομακρυσμένα Εργαστήρια (Remote Labs)
- Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Labs)
- Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Games)
- Εργαλεία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR Tools)
- Εργαλεία Εικονικής Πραγματικότητας (VR Tools)
- Εργαλεία Αξιολόγησης (Assessment Tools)
- Εργαλεία Ανάλυσης (Analysis Tools)
- Εργαλεία Μοντελοποίησης (Modeling)
- Εργαλεία Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling )
- Εργαλεία Εξάσκησης & Πρακτικής (Drill & Practice )

**Πίνακας 4:** Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τον Τύπο του εργαλείου

Περιγραφή	Εντροπία
Game	0,210517262
Modeling	0,316350269
VR Tool	0,404787653
Virtual Lab	0,41264974
Assessment Tool	0,413798082
AR Tool	0,582490229
Analysis Tool	0,660201096
Drill & Practice	0,659869455
Concept Modeling	0,694479642
Remote Lab	0,867359207



*Σχήμα 5: Γράφημα απεικόνισης σχέσης Εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης Τύπου Εργαλείου.*

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, καταγράφηκαν σε μεγαλύτερο ποσοστό τα εξής εργαλεία: (Εικονικά Εργαστήρια) Virtual Lab, Εκπαιδευτικά Παιχνίδια (Games), Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality), Αξιολόγησης (Assessment Tools) και Μοντελοποίησης (Modeling). Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι είναι ευκολότερο τεχνικά να παρέχονται για διαδικτυακή χρήση τέτοιου είδους εργαλεία. Εκτός αυτού η θεματολογία των εκπαιδευτικών εφαρμογών που αποφασίστηκε να εξεταστεί (STEM) συνήθως περιλαμβάνει τέτοιου είδους υλοποιήσεις.

Στο Σχήμα 5 καταγράφονται η συχνότητα εμφάνισης των τύπων των εργαλείων που καταγράφηκαν καθώς και η εντροπία της σχετικής πληροφορίας. Διαπιστώνουμε ότι η τιμή της εντροπίας μία αρκετά υψηλή τιμή που φανερώνει ότι το δείγμα παρουσιάζει έντονη αβεβαιότητα ως προς το είδος των εκπαιδευτικών εργαλείων. Αυτό σημαίνει ότι το δείγμα εμφανίζει υψηλό επίπεδο σχετικής ισορροπίας ως προς το είδος των εργαλείων με αποτέλεσμα μία τυχαία επιλογή εργαλείου να εμφανίζει μικρή πιθανότητα να ανήκει σε μία συγκεκριμένη κατηγορία. Παρατηρώντας τις εμφανίσεις κάθε τύπου εργαλείου στο δείγμα φαίνεται ότι η τιμή αυτή της εντροπίας είναι αναμενόμενη. Εκτός από τα παιχνίδια των οποίων οι εμφανίσεις είναι αρκετά συχνότερες (32% του δείγματος), οι υπόλοιποι τύποι εφαρμογών κατατάσσονται σε δύο επίπεδα. Στο χαμηλότερο οι τύποι εφαρμογών με λίγες εμφανίσεις είναι: Απομακρυσμένα Εργαστήρια (Remote Lab), Εργαλεία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR Tools), Εργαλεία Ανάλυσης (Analysis Tools), Εννοιολογικής Μοντελοποίησης (Concept Modeling), Εξάσκησης & Πρακτικής (Drill & Practice), και οι

υπόλοιπες με εμφανίσεις κοντά στο μέσο όρο είναι: Μοντελοποίησης (Modeling), Εικονικής Πραγματικότητας (VR Tool), Αξιολόγησης (Assessment Tool), Εικονικά Εργαστήρια (Virtual Lab).

Οι μετρήσεις αυτές οφείλονται στο ότι η αναζήτηση των εκπαιδευτικών εφαρμογών περιορίστηκε τόσο σε θεματολογία όσο και σε τεχνικές προδιαγραφές (STEM τα οποία να είναι προσβάσιμα μέσω διαδικτύου και με την χρήση μόνο Browser). Επίσης αναζητήθηκαν εφαρμογές που απευθύνονται σε παιδιά σχολικής ηλικίας για τα οποία καταλληλότερα είναι τα παιχνίδια, οι προσομοιώσεις, οι μοντελοποιήσεις και εφαρμογές αξιολόγησης.

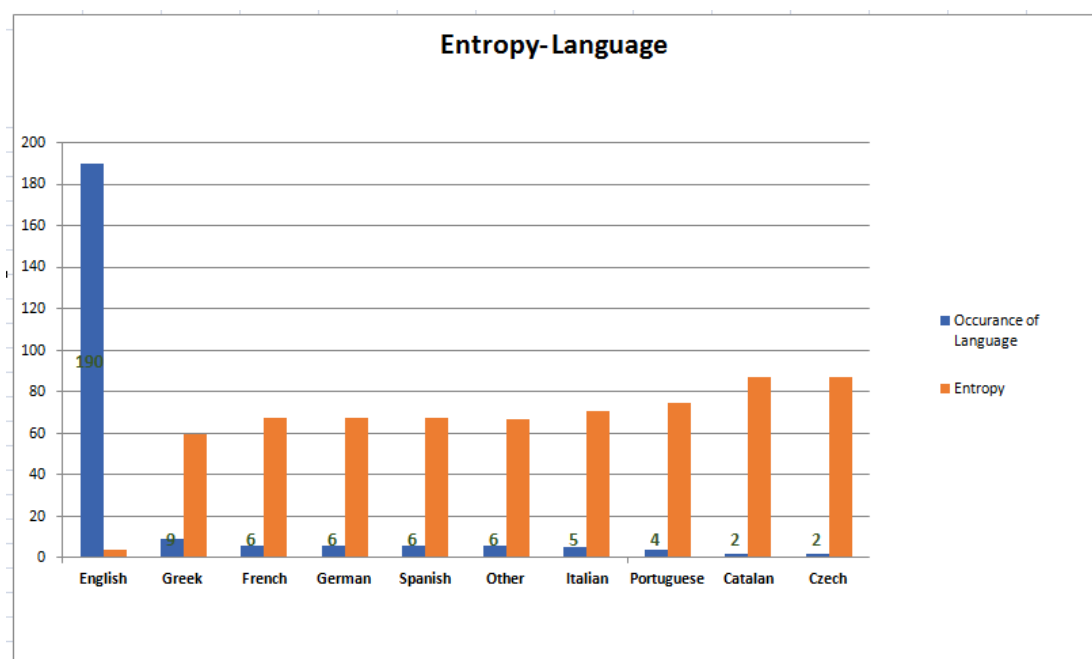
## 2. Γλώσσα (Language)

Κατά την έρευνα για τον εντοπισμό εκπαιδευτικού υλικού ελέγχθηκε το ποιες γλώσσες υποστηριζόταν από κάθε εφαρμογή.

*Πίνακας 5: Ανάλυση μεταδεδομένων σύμφωνα με την Γλώσσα*

Περιγραφή	Εντροπία
English	0,041161451
Greek	0,598480282
French	0,672574773
German	0,672322648
Spanish	0,672322648
Other	0,670251907
Italian	0,705665653
Portuguese	0,746474193
Catalan	0,872740848
Czech	0,872740848
Hungarian	0,872941085





**Σχήμα 6:** Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης γλώσσας.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6, σχεδόν το σύνολο των εργαλείων είναι διαθέσιμα στην αγγλική γλώσσα (English) (το 95% του δείγματος). Προκύπτει δηλαδή αρκετά μεγάλη βεβαιότητα ότι τα εκπαιδευτικά εργαλεία προσφέρονται τουλάχιστον στην αγγλική γλώσσα ( English) (βλ. Σχήμα 7).

Το φαινόμενο αυτό ήταν αναμενόμενο αφού τα αγγλικά είναι επίσης διεθνής γλώσσα. Οι υπόλοιπες γλώσσες που ελέγχθηκαν εντοπίστηκαν στο δείγμα περίπου στα ίδια (χαμηλά) επίπεδα. Αυτό καταδεικνύει το γεγονός ότι η ανάπτυξη των εκπαιδευτικών εργαλείων δεν αποτελεί μία παγκόσμια βιομηχανία υπό την έννοια ότι σε κάθε χώρα αναπτύσσονται διαφορετικές εκπαιδευτικές εφαρμογές προσαρμοσμένες στο εκπαιδευτικό της σύστημα. Αντιθέτως, φαίνεται να πρόκειται για μία παγκοσμιοποιημένη βιομηχανία. Συνέπεια αυτού είναι οι εκπαιδευτές να πρέπει αν αναζητούν και να εντοπίζουν τις εφαρμογές αυτές που ταιριάζουν καλύτερα στις ανάγκες του εκπαιδευτικού συστήματος που είναι ενταγμένοι. Το ίδιο ισχύει και για τους γονείς και για τους μαθητές.

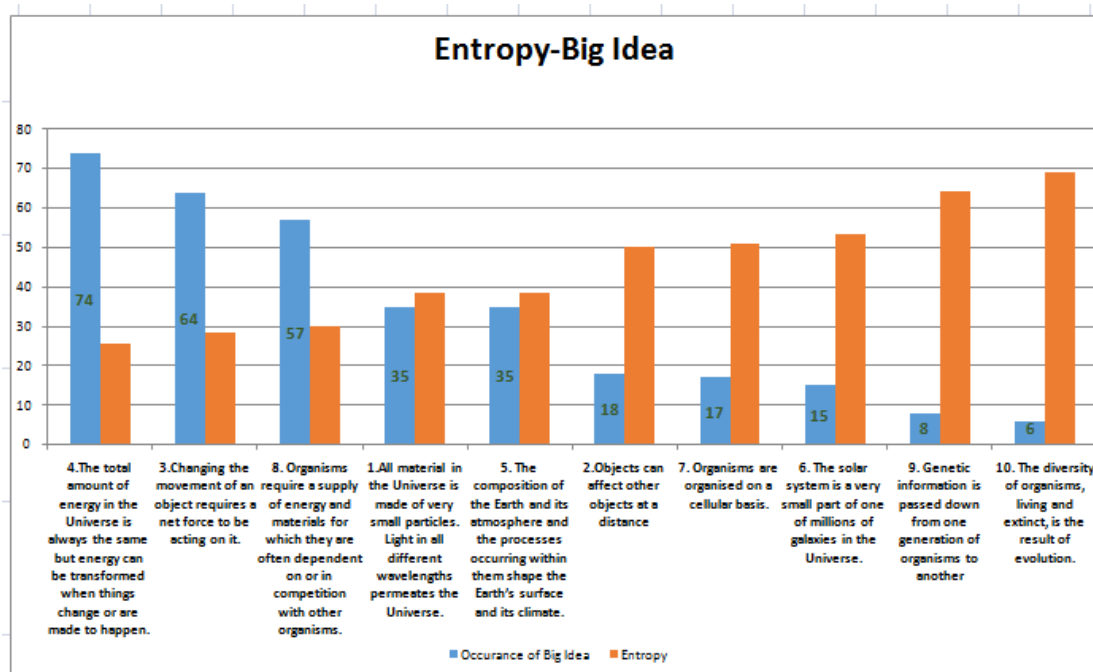
Ένα άλλο στοιχείο που παρουσιάζει ενδιαφέρον από τα σχετικά με την γλώσσα ευρήματα είναι το ότι η άγνοια της αγγλικής περιορίζει το εύρος των επιλογών για όλα τα μέρη της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Οι δάσκαλοι που διδάσκουν σε τμήματα με μικρά παιδιά που δεν έχουν γνώση της αγγλικής είτε θα πρέπει να περιορίζονται σε επιλογές που ανεπτυγμένες στην μητρική γλώσσα των εκπαιδευομένων ή σε εφαρμογές που βασίζονται πολύ περισσότερο στην εικόνα και τον ήχο παρά σε διεπαφές που απαιτούν την γνώση της

αγγλικής. Επίσης χρειάζεται οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται και δεν είναι ανεπτυγμένες στην μητρική γλώσσα του μαθητή να συνοδεύονται κατά την χρήση τους από τις οδηγίες του δασκάλου (ειδικότερα κατά τις πρώτες χρήσεις τους). Το πρόβλημα αυτό θα ήταν πιο έντονο στο παρελθόν οπότε και τα παιδιά αποκτούσαν επαφή με τις ξένες γλώσσες αργότερα σε σχέση με σήμερα. Η επέκταση της χρήσης του διαδικτύου τόσο σε συσκευές όσο και σε κοινό, έχει κάνει ξενόγλωσσες εφαρμογές πιο προσιτές στα παιδιά. Έτσι από την μία δημιούργησε την ανάγκη για γρηγορότερη εκμάθηση της αγγλικής αλλά δημιούργησε και πολύ περισσότερες ευκαιρίες εξοικείωσης σε σχέση με το παρελθόν.

### 3. Μεγάλες Ιδέες της Επιστήμης (Big Idea)

*Πίνακας 6: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τις Μεγάλες Ιδέες της Επιστήμης*

Περιγραφή	Εντροπία
4.The total amount of energy in the Universe is always the same but energy can be transformed when things change or are made to happen.	0,25663304
3.Changing the movement of an object requires a net force to be acting on it.	0,282463484
8. Organisms require a supply of energy and materials for which they are often dependent on or in competition with other organisms.	0,300972775
1.All material in the Universe is made of very small particles. Light in all different wavelengths permeates the Universe.	0,385621028
5. The composition of the Earth and its atmosphere and the processes occurring within them shape the Earth's surface and its climate.	0,386592023
2.Objects can affect other objects at a distance	0,500266404
7. Organisms are organised on a cellular basis.	0,511182692
6. The solar system is a very small part of one of millions of galaxies in the Universe.	0,532285176
9. Genetic information is passed down from one generation of organisms to another	0,641231742
10. The diversity of organisms, living and extinct, is the result of evolution.	0,690865836



**Σχήμα 7:** Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης των Μεγάλων Ιδεών της Επιστήμης.

Όσο αφορά την εφαρμογή επιστημονικών αρχών στην εξέλιξη των εκπαιδευτικών εφαρμογών του δείγματος παρατηρείται μία κατάταξη τους σε τρία επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο κατατάσσονται οι υπ' αριθμόν 4, 3 και 8 (βλ. Πίνακα 6). Οι αρχές αυτές έχουν να κάνουν κυρίως με την Φυσική και ειδικότερα με την μηχανική. Η μεγαλύτερη συμμετοχή τους στο δείγμα δικαιολογείται από το γεγονός ότι εντοπίστηκαν πολλές εφαρμογές με προσανατολισμό αντικείμενα της μηχανικής. Τα αντικείμενα της μηχανικής είναι ευκολότερο να μοντελοποιηθούν και να προσομοιωθούν με μία μεγάλη ποικιλία όσον αφορά την σχεδίαση και την υλοποίηση και έτσι είναι διαθέσιμες πολλές εφαρμογές για χρήση μέσω διαδικτύου. Παράλληλα τα αντικείμενα της μηχανικής διδάσκονται στο μεγαλύτερο εύρος τάξεων της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε διαφορετικό βάθος.

Σε δεύτερο επίπεδο όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης στο δείγμα κατατάσσονται οι εφαρμογές που υποστηρίζουν την διδασκαλία των αρχών 1 και 5. Οι αρχές αυτές έχουν να κάνουν είτε με το ηλιακό σύστημα είτε με την σύσταση της ύλης (αποτελούμενη από μικρά σωματίδια). Πρόκειται για μεγάλη τα οποία δεν είναι εύκολο να παρακολουθηθούν σε πραγματική κατάσταση και χρειάζονται να χρησιμοποιηθούν τεχνικές και μέθοδοι για την χαμηλού κόστους παρακολούθησή τους. Για παράδειγμα, η μελέτη των κινήσεων των πλανητών κατ' ελάχιστον χρειάζεται την πρόσβαση σε μεγάλων δυνατοτήτων τηλεσκόπια. Αν όμως χρησιμοποιηθούν εφαρμογές προσομοιώσεων, εικονικών εργαστηρίων ή

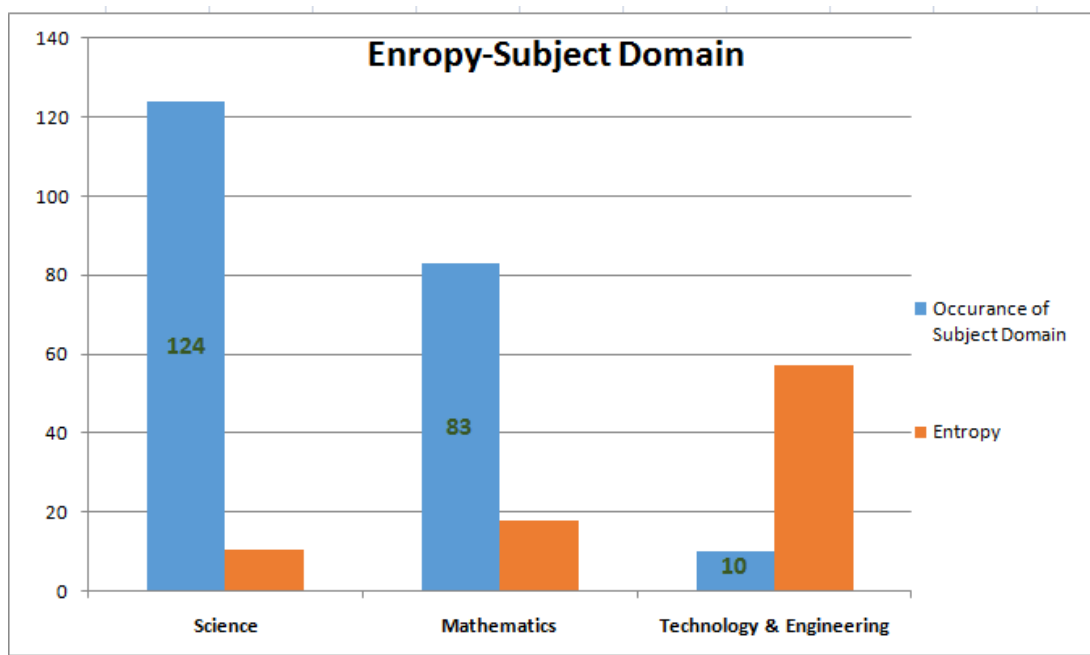
ενισχυμένης πραγματικότητας τότε είναι δυνατόν να αντιληφθεί ο εκπαιδευόμενος το εκπαιδευτικό αντικείμενο με χαμηλό κόστος. Συνέπεια αυτού είναι να δίνεται αρκετή μέριμνα για την ανάπτυξη τέτοιου είδους εφαρμογών ώστε να δίνεται σε μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης η δυνατότητα να εξοικειώνονται με φαινόμενα και έννοιες τα οποία δεν είναι δυνατόν να αντιληφθούν με γυμνό οφθαλμό και στην καθημερινότητα.

Τέλος, σε τρίτο επίπεδο κατατάσσονται οι αρχές 2, 7, 6, 9 και 10. Η μικρότερη συμμετοχή των αρχών αυτών έχει να κάνει με το περιεχόμενο τους που ήταν δύσκολο να αντιστοιχεί σε εκπαιδευτικές εφαρμογές που εντοπίστηκαν. Έτσι δεν ήταν εφικτό να εντοπιστούν πολλές εφαρμογές για την εξέλιξη των ειδών ή για την γενετική γιατί εισέρχονται στην εκπαιδευτική διαδικασία αρκετά αργά (στις τάξεις του γυμνασίου και του λυκείου) αλλά και η παρουσίαση τους απαιτεί πιο εξειδικευμένες μεθοδολογίες και τεχνικές υλοποίησης που απαιτούν την εγκατάσταση λογισμικού στην μεριά του χρήστη (σε παράλληλη χρήση με την διαδικτυακή εφαρμογή ή όχι). Οι υπόλοιπες αρχές του επιπέδου αυτού εμφανίζονται περισσότερες φορές διότι καλύπτουν αντικείμενα που υπό προϋποθέσεις και σε μικρή έκταση μπορεί να διδαχθούν σε μικρότερες τάξεις (η από απόσταση επίδραση μεταξύ των σωματιδίων, η δομή των οργανισμών σε κύτταρα και η σύσταση του ηλιακού συστήματος) και έτσι είναι πιο διευρυμένο το κοινό στο οποίο απευθύνονται.

#### 4. Πεδίο Εκπαιδευτικού Αντικειμένου (Subject Domain)

*Πίνακας 7: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Πεδίο του Εκπαιδευτικού Αντικειμένου*

Περιγραφή	Εντροπία
Science	0,104019789
Mathematics	0,178638491
Technology & Engineering	0,57200204



*Σχήμα 8: Γράφημα απεικόνισης σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης εκπαιδευτικού τομέα.*

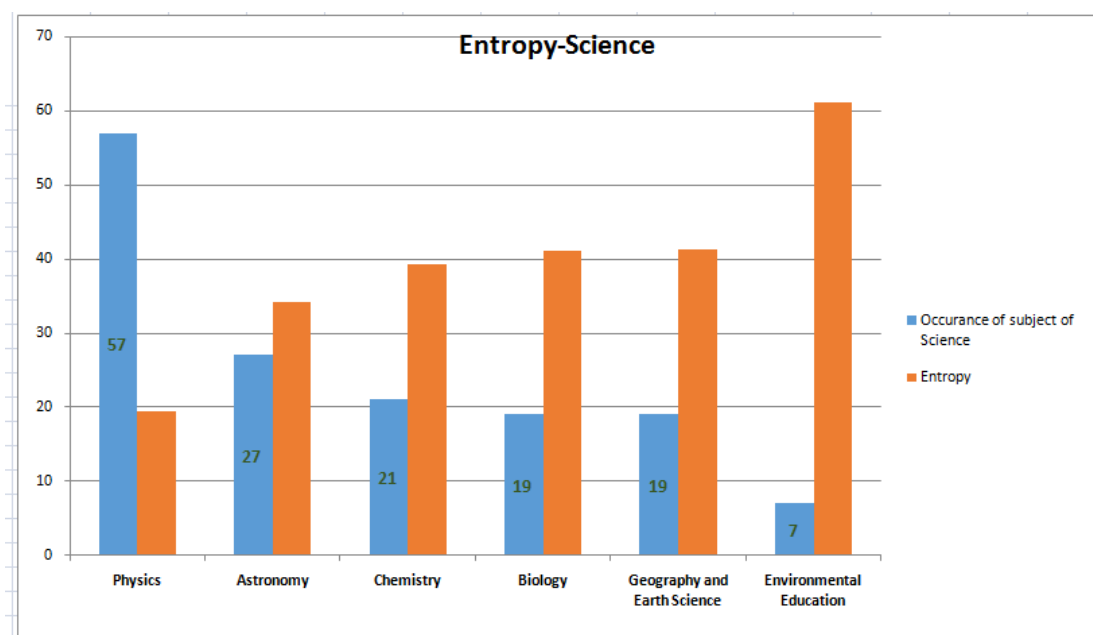
Στο Σχήμα 8, παρατηρούμε ότι παραπάνω από τις μισές εφαρμογές του δείγματος αφορούσαν εκπαιδευτικές εφαρμογές που το αντικείμενο τους είναι ενταγμένο στο θεματικό πεδίο της Επιστήμης (Science), (ποσοστό περίπου 62%). Πρόκειται για θεματικό πεδίο που περιλαμβάνει εκπαιδευτικά αντικείμενα τα οποία μπορούν να μοντελοποιηθούν και να αποδοθούν σε κατάλληλα σχεδιασμένες διαδικτυακές εφαρμογές. Υψηλό σχετικά είναι και το ποσοστό των εφαρμογών που ανήκουν στο θεματικό πεδίο των μαθηματικών (42%) ενώ αντίθετα αρκετά χαμηλό είναι το ποσοστό των εφαρμογών που έχουν να κάνουν με την τεχνολογία (μόλις 5%). Η τελευταία παρατήρηση οφείλεται εν πρώτης στο γεγονός ότι τα αντικείμενα τα οποία ανήκουν στο θεματικό πεδίο της τεχνολογίας διδάσκονται σε μεγαλύτερες ηλικίες ενώ το δείγμα αφορούσε κυρίως τις ηλικίες των παιδιών του σχολείου. Ένας ακόμα λόγος είναι ότι η εκπαίδευση σε θέματα τεχνολογίας μπορεί να υποστηριχθεί από πιο ρεαλιστικές εφαρμογές που είτε απαιτούν ειδικό υλικό εξοπλισμό είτε λογισμικό το οποίο χρειάζεται εγκατάσταση σε κάποια τοπική υπολογιστική διάταξη, απαιτήσεις οι οποίες ήταν εκτός της αναζήτησης των εφαρμογών του δείγματος. Φαίνεται λοιπόν και από τις τιμές της εντροπίας ότι ανάμεσα στο δείγμα είναι σε πολύ χαμηλά η αβεβαιότητα όσο αφορά την ύπαρξη εφαρμογών για Science ή Mathematics και αρκετά υψηλή εφαρμογές του θεματικού πεδίου Technology & Engineering.

Στην εκπαιδευτική διαδικασία η χρήση διαδικτυακών εφαρμογών για την υποστήριξη της διδασκαλίας διευκολύνεται στην θεματική ενότητα του science. Οι διδάσκοντες έχουν να επιλέξουν εκπαιδευτικά εργαλεία για να ενσωματώσουν στις παραδόσεις τους ή στις διεργασίες αξιολόγησης από ένα μεγάλο σχετικά εύρος επιλογών. Το ίδιο ισχύει και για τα μαθηματικά. Το γεγονός αυτό είναι ικανό να αναβαθμίζει την εκπαίδευση στα δύο αυτά θεματικά πεδία διατηρώντας το κόστος της εκπαίδευσης σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.

## 5. Τομέας της Επιστήμης (Science)

*Πίνακας 8: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με τον Τομέα της Επιστήμης*

Περιγραφή	Εντροπία
Physics	0,194174653
Astronomy	0,341352472
Chemistry	0,392387939
Biology	0,410783689
Geography and Earth Science	0,412362144
Environmental Education	0,610600863



*Σχήμα 9: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης τομέα επιστήμης.*

Όπως έχει ήδη αναφερθεί το θεματικό πεδίο Science κατεγράφη περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο στο δείγμα. Έχει ενδιαφέρον να εντοπιστούν τα επίπεδα εμφάνισης των επιμέρους τομέων στο εξετασθέν δείγμα. Αν εξαιρεθεί ο τομέας της Φυσικής (Physics), (εμφανίζεται στο 26% του συνολικού δείγματος και στο περίπου 50% του θεματικού πεδίου Science) και της περιβαλλοντολογικής εκπαίδευσης (βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα όσον αφορά τις εμφανίσεις της στο δείγμα) οι εμφανίσεις των υπόλοιπων τομέων παρουσιάζουν μία σχετική ισορροπία.

Η περιβαλλοντολογική εκπαίδευση (Environmental Education), απαιτεί ρεαλιστικές δραστηριότητες που δύσκολα μπορούν να υλοποιηθούν σε διαδικτυακές εφαρμογές. Ωστόσο βρέθηκαν έξυπνες εφαρμογές που μπορούν να αποδώσουν το εκπαιδευτικό αντικείμενο ακόμα και αν το περιβάλλον που μελετάται απεικονίζεται στην οθόνη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η διδασκαλία της γεωγραφίας βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην μελέτη των χαρτών. Οι χάρτες μπορούν σχετικά εύκολα να αποδοθούν στον καμβά διαδικτυακών εφαρμογών και μάλιστα να προσφέρουν διαδραστικές δυνατότητες στους χρήστες τους παρέχοντας τους σημαντικές πληροφορίες. Στο δείγμα περιέχονται ευφάνταστες εφαρμογές με τις οποίες ο μαθητής κάθε ηλικίας μπορεί να εμπεδώσει γνώση που σχετίζεται με την θέση των γεωγραφικών περιοχών, τις κλιματικές καταστάσεις, την γεωμορφολογία, την παραγωγή κάθε περιοχής κ.ο.κ. .

Η βιολογία (Biology), είναι ένας τομέας που η σχετική μελέτη σε ρεαλιστική βάση προϋποθέτει ακριβό εξοπλισμό κυρίως παρατήρησης. Οι τεχνολογίες του διαδικτύου είναι ικανές να αποτυπώνουν είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα τις παρατηρήσεις που γίνεται μέσω των εξειδικευμένων αυτών οργάνων. Επίσης τα βιολογικά φαινόμενα στην πραγματικότητα εξελίσσονται σχετικά με αργούς ρυθμούς. Έτσι η μελέτη τους συχνά απαιτεί την ανάπτυξη καταλλήλων προσομοιώσεων ή μοντελοποιήσεων που μπορούν να υλοποιηθούν σε διαδικτυακές εφαρμογές.

Για τους ίδιους λόγους ευρέθησαν και αρκετές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της διδασκαλίας αντικειμένων χημείας (Chemistry). Η εκτέλεση πειραμάτων σε εργαστήριο χημείας είναι η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την ενίσχυση της διδασκαλίας. Ο εξοπλισμός των εργαστηρίων χημείας απαιτεί οικονομικό κόστος και διάθεση χρόνου. Η ανάπτυξη προσομοιώσεων, μοντέλων και εικονικών εργαστηρίων με τεχνολογίες που επιτρέπουν την προβολή τους στο διαδίκτυο.

Οι αστρονομικές παρατηρήσεις (Astronomy), που συμβάλλουν στην εμπέδωση της αντίστοιχης διδαχθείσας ύλης είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν στο σχολικό περιβάλλον

αφού απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και την αφιέρωση αρκετού χρόνου. Υπάρχει η δυνατότητα για παρατήρηση των ουράνιων σωμάτων ακόμη και σε πραγματικό χρόνο μέσω εφαρμογών του διαδικτύου όπως επίσης και η ανάπτυξη εφαρμογών που προσομοιώνουν τις κινήσεις και τις θέσεις τους.

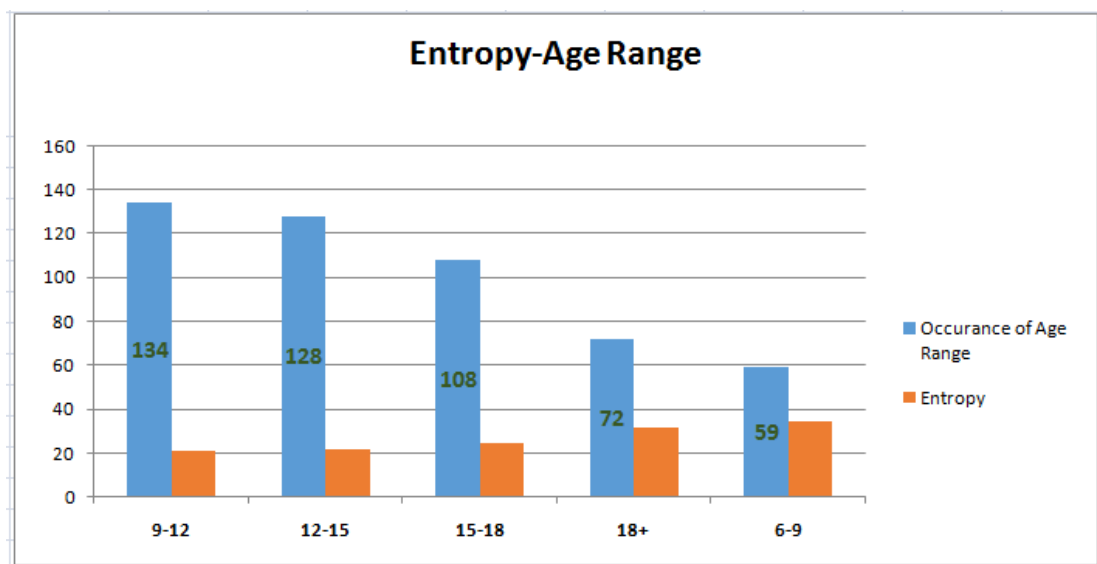
Η έντονη παρουσία εφαρμογών για την ενίσχυση της διδασκαλίας της φυσικής οφείλεται στο γεγονός ότι εφαρμογές μοντελοποίησης και προσομοίωσης φυσικών φαινομένων μπορούν να υλοποιηθούν σε διαδικτυακές εφαρμογές. Επίσης φαινόμενα τα οποία μπορούν να εξηγηθούν σε εργαστήριο είναι σχετικά εύκολα υλοποιήσιμες και σε εφαρμογές ενισχυμένης ή εικονικής πραγματικότητας. Ένα ακόμα στοιχείο που εξηγεί την εύρεση αρκετών εφαρμογών είναι το ότι τα αντικείμενα που άπτονται της φυσικής απλώνονται σε όλο το εύρος της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

## 6. Ηλικιακό Εύρος (Age Range)

**Πίνακας 9:** Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Ηλικιακό Εύρος

Περιγραφή	Εντροπία
9-12	0,212891962
12-15	0,22025379
15-18	0,247557438
18+	0,312717766
6-9	0,333537519





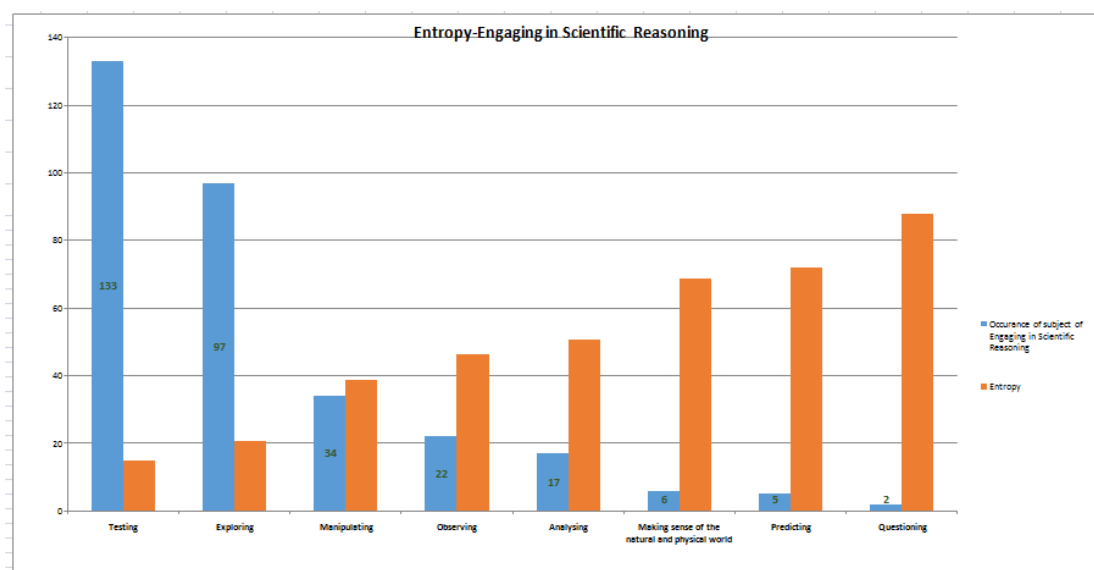
*Σχήμα 10: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης ηλικίας.*

Παρατηρείται (βλ. Σχήμα 10), μία σχετική ισορροπία όσον αφορά τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες απευθύνονται οι εφαρμογές του δείγματος εκτός από τις ακραίες τιμές όπου οι παρατηρήσεις ήταν λιγότερες. Αυτό οφείλεται στην στόχευση που είχε η αναζήτηση σε ηλικιακές ομάδες και αφορούσε μαθητές της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι διαφορές που παρατηρούνται στις ακραίες ηλικιακές ομάδες οφείλονται στο γεγονός ότι οι μεν μικρής ηλικίας μαθητές δεν είναι πλήρως εξοικειωμένοι με το διαδίκτυο και την χρήση του με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι δυνατότητες για υλοποιήσεις εκπαιδευτικών εφαρμογών, οι δε μεγαλύτερης ηλικίας χρησιμοποιούν περισσότερες εκπαιδευτικές εφαρμογές που έχουν περισσότερες απαιτήσεις από μία απλή σύνδεση στο διαδίκτυο. Για τους ίδιους λόγους και η εντροπία του δείγματος παρουσιάζει μεγάλη αβεβαιότητα για το εύρος των ηλικιών που απευθύνεται κάθε εφαρμογή αφού οι ηλικιακές ομάδες στόχοι κατανέμονται σχεδόν ομοιόμορφα ανάμεσα τις εφαρμογές του δείγματος.

7. Συμμετοχή στην επιστημονική διαδικασία (*Engaging in Scientific Reasoning*)

*Πίνακας 10: Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το είδος Συμμετοχής στην Ερευνητική Διαδικασία*

Περιγραφή	Εντροπία
Testing	0,150352996
Exploring	0,205191823
Manipulating	0,386655159
Observing	0,46266781
Analysing	0,507487602
Making sense of the natural and physical world	0,688529014
Predicting	0,719912809
Questioning	0,879373012



*Σχήμα 11: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης τρόπου συμμετοχής στην ερευνητική διαδικασία.*

Πρόκειται για το χαρακτηριστικό το οποίο περιλαμβάνει ίσως την μεγαλύτερη υποκειμενικότητα. Το πώς θα χρησιμοποιηθεί ένα εκπαιδευτικό εργαλείο, συχνά έχει να κάνει κυρίως με την αντίληψη του διδάσκοντα για την καταλληλότερη χρησιμοποίησή του. Τα περισσότερα εργαλεία χαρακτηρίστηκαν ως προς το κριτήριο αυτό με βάση την αίσθηση του διενεργούντος. Το αποτέλεσμα ήταν μία έντονη ανισορροπία στους χαρακτηρισμούς (βλ.

Σχήμα 11). Στην κορυφή της σχετικής λίστας βρίσκεται η δοκιμή (testing). Η συντριπτική πλειοψηφία των εφαρμογών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο αφομοίωσης της σχετικής γνώσης. Η δοκιμή είναι εκπαιδευτική διεργασία που τοποθετείται στην ολοκλήρωση της διδασκαλίας κατά την φάση της ανακεφαλαίωσης και αξιολόγησης της ληφθείσας γνώσης (Conclusion & Evaluation). Στην φάση αυτή ελέγχεται αν ο εκπαιδευόμενος έχει κάνει κτήμα του την γνώση που περιέχει η διδασκαλία και η χρήση ενός ενδιαφέροντος εκπαιδευτικού εργαλείου για τον σκοπό αυτό θεωρείται ως το καλύτερο επιστέγασμα της.

Η δεύτερη πιο συχνή χρήση φαίνεται να είναι για εξερεύνηση (exploring). Επειδή ακριβώς οι εκπαιδευτικές εφαρμογές έχουν ως έναν από τους σκοπούς τους να προσφέρουν την δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να συμμετέχουν σε εικονικές, προσομοιωτικές ή μοντελοποιημένες καταστάσεις που σε ρεαλιστικό επίπεδο δεν θα ήταν εφικτό, χρησιμοποιούνται με αυτόν τον τρόπο. Οι εφαρμογές με την χρήση αυτή εντάσσονται στα εκπαιδευτικά συμβάντα στην φάση της ανάπτυξης ενός πλάνου έρευνας και αναζήτησης της γνώσης μέσα από την διδασκαλία (Planning & Investigation). Το λογισμικό που χρησιμοποιείται με τον τρόπο αυτό σκοπό έχει να κατευθύνει την αναζήτηση αυτή με τρόπο ενδιαφέροντα που να κρατάει την προσοχή και την προσήλωση του εκπαιδευόμενου αμείωτη.

Οι δύο τρόποι χρήσης των εφαρμογών παρουσιάζουν και την μικρότερη εντροπία πράγμα που σημαίνει ότι όταν ένας διδάσκοντας αναζητά εφαρμογές για να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να ελέγξουν την εξοικείωση τους με την ληφθείσα γνώση ή να τους βάλουν σε κατάσταση εξερεύνησης του εκπαιδευτικού αντικείμενου, είναι πολύ πιθανό να τις εντοπίσουν εύκολα από ένα σύνολο.

Στη τρίτη θέση στην επιλογή χρήσεων αλλά με αρκετά μικρότερη παρουσία ανάμεσα στα δείγματα είναι ο χειρισμός (manipulating). Το διαδίκτυο και οι τεχνολογίες του δίνουν την δυνατότητα για την ανάπτυξη εφαρμογών που καθιστούν τον χρήστη στην θέση χειρισμού εικονικών ή μη καταστάσεων. Ωστόσο οι εφαρμογές αυτές δεν είναι αρκετά κατάλληλες για μικρούς σε ηλικία μαθητές μιας και δεν είναι απόλυτα εξοικειωμένοι με την χρήση του διαδικτύου. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την φάση που ο διδάσκοντας προσπαθεί να κατευθύνει την προσοχή και την σκέψη των εκπαιδευόμενων να προσανατολιστεί στο εκπαιδευτικό αντικείμενο (Orienting & Asking questions). Μπορεί να ζητήσει από τους εκπαιδευόμενους να χρησιμοποιήσουν το εργαλείο με κατευθυνόμενο από αυτόν τρόπο ώστε συντονισμένα να καταλήξουν στα νοήματα του εκπαιδευτικού αντικείμενου.

Η χρήση για παρακολούθηση – παρατήρηση (observing) και ανάλυση (analyzing) είναι οι αμέσως πιο συχνά εμφανιζόμενες χρήσεις. Όπως έχει ήδη αναφερθεί διαδικτυακές εφαρμογές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρατήρηση της εξέλιξης φαινομένων και

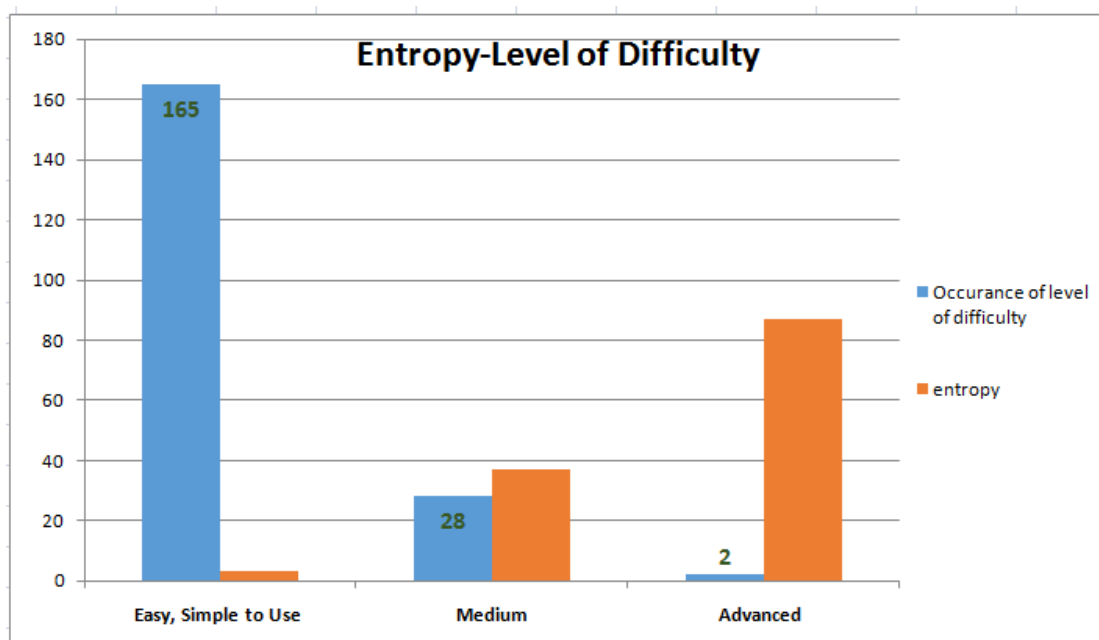
καταστάσεων που σε ρεαλιστικό επίπεδο δεν θα ήταν εφικτό. Έτσι οι εκπαιδευτές συχνά επιθυμούν να καταφεύγουν σε αυτές για να μπορέσουν να κάνουν τους εκπαιδευομένων να αντιληφθούν τα διδαχθέντα. Η ανάλυση της διδαχθείσας ύλης πολλές φορές είναι δύσκολο να εκφραστεί φραστικά. Έτσι οι δάσκαλοι επιδιώκουν την ανάλυση της με την χρήση καταλλήλων μορφών εκπαιδευτικών εφαρμογών ώστε αυτή να πραγματοποιηθεί όσο περισσότερο παραστατικά είναι δυνατόν να γίνει. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για ανάλυση του εκπαιδευτικού αντικειμένου τοποθετούνται στην φάση της ανάλυσης και ερμηνείας της ίδιας της διδασκαλίας (Analysis & Interpretation) και αποτελούν ένα έντονα παραστατικό μέσο για τον σκοπό αυτό.

Οι χρήσεις με τις λιγότερες εμφανίσεις ανάμεσα στις εφαρμογές είναι η επεξήγηση της φύσης και της πραγματικότητας, η πρόβλεψη και η επίλυση αποριών. Αυτό συμβαίνει κυρίως εξαιτίας της στόχευσης της έρευνας. Οι εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτόν τον τρόπο συνήθως έχουν υψηλότερες μη λειτουργικές απαιτήσεις από την ύπαρξη μίας διαδικτυακής σύνδεσης ενώ είναι πιο συνήθεις στις πιο μεγάλες ηλικίες.

#### 8. Επίπεδο Δυσκολίας (Level of Difficulty)

**Πίνακας 11:** Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Επίπεδο Δυσκολίας

Περιγραφή	Εντροπία
Easy, Simple to Use	0,031681
Medium	0,368063
Advanced	0,868548



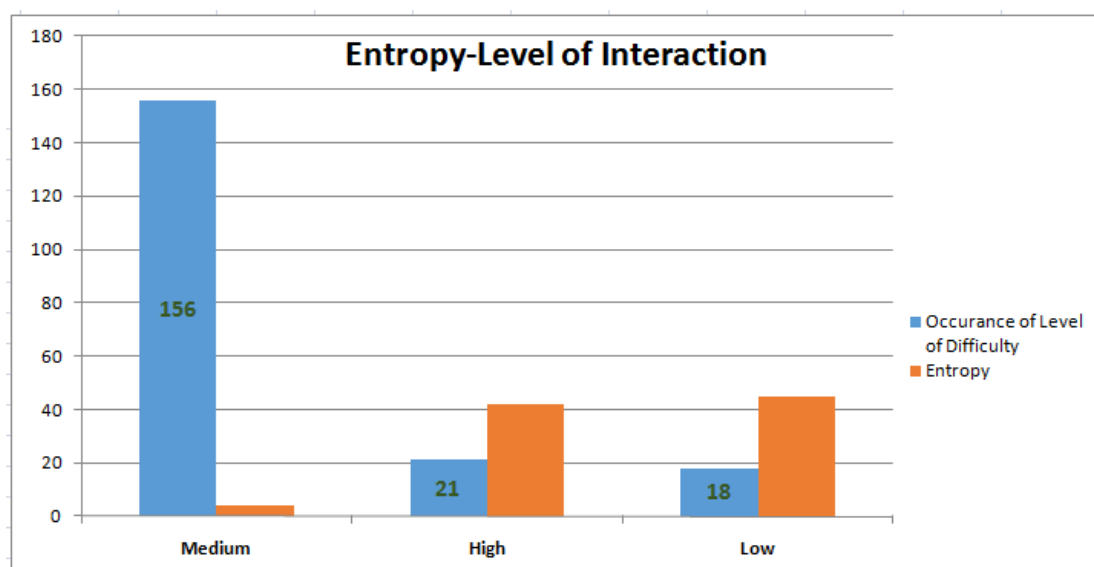
*Σχήμα 12: Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης επιπέδου δυσκολίας.*

Στο σχήμα 12, παρατηρείται ότι παραπάνω από το 80% των εφαρμογών είναι απλές στην χρήση (Easy, Simple to Use). Αυτή ήταν έμμεσα και μία από τα κριτήρια επιλογής των εφαρμογών του δείγματος. Από μία άλλη σκοπιά εφ' όσον αναζητούνταν εφαρμογές για χρήση από μαθητές της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης τότε είναι φυσιολογικό να είναι αρκετά απλές στην χρήση τους. Ενισχυτικός παράγοντας της απλότητας τους είναι και το γεγονός ότι σήμερα τα παιδιά από αρκετά μικρή ηλικία (συνήθως από τις μεσαίες τάξεις του δημοτικού σχολείου) αρχίζουν την γνωριμία τους με την χρήση των διαδικτυακών εφαρμογών. Το γεγονός δε ότι οι επιλεγμένες εφαρμογές στην πλειονότητά τους δεν απαιτούν την λήψη ή την εγκατάσταση ειδικού λογισμικού ή την εγγραφή σε κάποια συνδρομητική υπηρεσία, περιορίζει την πολυπλοκότητά τους σε αρκετά χαμηλά επίπεδα. Έτσι η αναζήτηση για εφαρμογές διαδικτυακές με εκπαιδευτικό προσανατολισμό με αρκετά μεγάλη βεβαιότητα οδηγεί σε εύκολες στην χρήση ή διαφορετικά είναι αρκετά δύσκολο να συμβαίνει το ενδεχόμενο να είναι πολύπλοκη ως προς την χρήση.

## 9. Επίπεδο Αλληλεπίδρασης (Level of Interaction)

**Πίνακας 12:** Ανάλυση Μεταδεδομένων σύμφωνα με το Επίπεδο Αλληλεπίδρασης

Περιγραφή	Εντροπία
Medium	0,042318143
High	0,422620388
Low	0,45078056



**Σχήμα 13:** Γράφημα σχέσης εντροπίας και συχνότητας εμφάνισης επιπέδου αλληλεπίδρασης.

Ένα από τα κριτήρια για την τοποθέτηση των εφαρμογών στο δείγμα ήταν το επίπεδο διάδρασης που πρόσφεραν στον χρήστη τους. Σε αυτό το γεγονός οφείλεται και το υψηλό ποσοστό εφαρμογών που περιέχονται σε αυτό και που παρουσιάζει μεσαία επίπεδα (Medium) διαδραστικότητα. Στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι βασικό ζητούμενο ο εκπαιδευόμενος να συμμετέχει σε αυτήν. Το συγκεκριμένο δείγμα παρουσιάζει έντονη βεβαιότητα ότι η εφαρμογή που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι τουλάχιστον μέσης διαδραστικότητας βλ. Σχήμα 13).

Εκτιμάται ότι ακόμα και αν δεν είχε τεθεί σαν προϋπόθεση για ένταξη στο δείγμα η έντονα διαδραστική φύση της εφαρμογής πάλι (ίσως σε μικρότερο ποσοστό) οι εφαρμογές στην πλειοψηφία τους θα παρουσίαζαν μεσαία κλίμακα διαδραστικότητα. Η υψηλή διαδραστικότητα σε διαδικτυακές εφαρμογές που εκτελούνται μόνο από τον φυλλομετρητή, για να επιτευχθεί απαιτεί είτε την παροχή αρκετών χειριστηρίων στον χρήστη είτε έχουν υψηλότερες μη λειτουργικές απαιτήσεις. Στην πρώτη περίπτωση αυξάνεται αρκετά η πολυπλοκότητα ως προς την χρήση των εφαρμογών πράγμα που ήταν απευκαταίο κατά την επιλογή των εφαρμογών που θα συνθέταν το δείγμα. Στην δεύτερη περίπτωση η εφαρμογές δεν θα πληρούσαν την απαίτηση για εκτέλεση με την αποκλειστική χρήση φυλλομετρητή.

## Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Η αναζήτηση εκπαιδευτικών εφαρμογών προκειμένου να διαμορφωθεί το δείγμα πάνω στο οποίο θα γινόταν η αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος μεταδεδομένων, κατέδειξε ότι υπάρχει έλλειμμα καταλόγων εκπαιδευτικών εργαλείων στο διαδίκτυο. Οι κατάλογοι αυτοί θα εξυπηρετούσαν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό τις προσπάθειες μαθητών, εκπαιδευτικών και γονέων για εντοπισμού καταλλήλου εκπαιδευτικού λογισμικού για την ενίσχυση της διδασκαλίας. Το φαινόμενο αυτό δυσχεραίνει τις προσπάθειες αυτές αφού πλέον τους αναγκάζει να καταφύγουν σε μηχανές αναζήτησης στις οποίες θα πρέπει να διαμορφώσουν με τρόπο τέτοιο τα κριτήρια αναζήτησης ώστε τα αποτελέσματα να είναι όσο γίνεται εγγύτερα στα προσδοκώμενα. Η αναζήτηση για την διαμόρφωση του παρόντος δείγματος βασίστηκε κυρίως σε τέτοιου είδους αναζητήσεις από τις οποίες εντοπίστηκαν εκπαιδευτικοί φορείς οι οποίοι έχουν κάνει αξιολογες προσπάθειες στην σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών. Από τους φορείς αυτούς αντλήθηκαν αρκετές από τις εφαρμογές του δείγματος καθώς περιλάμβαναν μία ευρεία γκάμα εφαρμογών οι οποίες είχαν μικρές τεχνικές απαιτήσεις χρήσης, ήταν αρκετά προσιτές στον χειρισμό τους και διατίθενται δωρεάν. Κατά την διάρκεια της αναζήτησης ελέγχθηκαν και άλλες εφαρμογές οι οποίες ικανοποιούσα τα κριτήρια που σχετίζονταν με την εκπαιδευτική τους αξία αλλά παρουσίαζαν υψηλότερες τεχνικές απαιτήσεις ή διατίθενται επί πληρωμή. Συνολικά η αναζήτηση για την διαμόρφωση του δείγματος κατέδειξε την πληρότητα όσον αφορά την διάθεση στο διαδίκτυο εκπαιδευτικών εφαρμογών με προσανατολισμό τα εκπαιδευτικά πεδία των STEM αλλά δεν υπήρχαν διαθέσιμοι σχετικοί κατάλογοι για τον ευκολότερο εντοπισμό τους.

Οι κατάλογοι, που η ύπαρξη τους κρίνεται απαραίτητη για την διευκόλυνση των αναζητήσεων για κατάλληλο ανά περίπτωση εκπαιδευτικό λογισμικό, βασίζονται εν πολλοίς σε συστήματα χαρακτηρισμών των εκπαιδευτικών αντικειμένων με μεταδεδομένα. Τα συστήματα μεταδεδομένων που αναφέρονται σε πόρους του διαδικτύου βασίζονται στο πρότυπο Dublin Core το οποίο είναι αρκετά αφηρημένο και γενικό. Ωστόσο σε αρκετές περιπτώσεις, εμπλουτισμένο και εκτεταμένο δίνει πρότυπα για τον χαρακτηρισμό πιο εξειδικευμένων προτύπων. Επίσης κοινά αποδεκτό πρότυπο για τον χαρακτηρισμό εκπαιδευτικού υλικού είναι το IEEE LOM (Barker, 2005) το οποίο είναι ένα αρκετά λεπτομερές πρότυπο το οποίο δεν είναι απόλυτα εστιασμένο στα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία. Αυτό το γεγονός το καθιστά δύσχρηστο για τον χαρακτηρισμό ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Κατά συνέπεια είναι υπαρκτή η ανάγκη για ένα σύστημα μεταδεδομένων για την περιγραφή ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων με έμφαση σε αυτά



που είναι προσβάσιμα μέσω του διαδικτύου. Η επέκταση της ευρυζωνικότητας παγκοσμίως είναι ακόμα μια διαδικασία με μεγάλη δυναμική. Αποτέλεσμα αυτού είναι ήδη σήμερα η εκπαίδευση τόσο η πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια όσο και η της «δια βίου μάθησης» να χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο τις εφαρμογές και τις τεχνολογίες του διαδικτύου και να εκτιμάται ότι στο μέλλον θα αποτελούν ένα βασικό πυλώνα στήριξης τους. Έτσι η ανάγκη για εντοπισμό διαδικτυακών εργαλείων ενίσχυσης της εκπαιδευτικής διαδικασία είναι ήδη σήμερα προφανής και στο άμεσο μέλλον αναμένεται να γίνει επιτακτική. Σε συνέχεια της σκέψης αυτής θεωρείται τουλάχιστον χρήσιμη η ανάπτυξη ενός συστήματος μεταδεδομένων το οποίο θα είναι προσανατολισμένο στο ψηφιακό εκπαιδευτικό λογισμικό με έμφαση σε αυτό που μπορεί να διατεθεί μέσω του διαδικτύου. Παράλληλα κρίνεται ότι θα πρέπει να παρέχει επαρκεί στοιχεία για τον χαρακτηρισμό των εργαλείων με παιδαγωγικούς όρους αλλά και να περιγράφει τις απαιτήσεις σε τεχνικές γνώσεις από εκπαιδευτές και εκπαιδευομένους. Η ανάγκη αυτή αποτέλεσε και την αφορμή για την μελέτη – πρόταση του συστήματος μεταδεδομένων.

Η πρόταση που υποβλήθηκε μέσω της παρούσας μελέτης χαρακτηρίζει τα ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία από τρεις βασικές απόψεις:

1. Ταυτότητα: Αξιολογείται το κατά πόσο είναι ικανό το πρότυπο να χρησιμοποιηθεί ώστε να γίνεται ο μοναδιαίος χαρακτηρισμός των εκπαιδευτικών εργαλείων ώστε να μην συγχέονται με άλλα.
2. Παιδαγωγική – Εκπαιδευτική αξία: Διατίθεται ένα σύνολο χαρακτηριστικών των οποίων ο συνδυασμός των τιμών για κάθε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο αποδίδει την εκπαιδευτική του αξία ως προς:
  - Την ηλικιακή ομάδα στην οποία απευθύνεται
  - Την θεματολογία που πραγματεύεται
  - Το πώς συνδράμει στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία
  - Ποιος είναι ο ρόλος του δασκάλου στην χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου
  - Πόσο χρόνο απαιτεί για να εκπληρώσει τον εκπαιδευτικό σκοπό τον οποίο καλείται να εξυπηρετήσει.
3. Τεχνική περιγραφή και απαιτήσεις: Τα χαρακτηριστικά που εντάσσονται στην περιγραφή αυτής της άποψης του εργαλείου έχουν ως στόχο να προσδιοριστούν:
  - Τις τεχνικές προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται ώστε να είναι δυνατή η χρήση του εργαλείου.
  - Τις τεχνικές γνώσεις που πρέπει να έχει ο εκπαιδευτής για να εντάξει το εργαλείο στην διδασκαλία.

- Τις τεχνικές γνώσεις που πρέπει να έχει ο εκπαιδευόμενος για να χειριστεί το εργαλείο.
- Τον τρόπο με τον οποίο συμμετέχει ο εκπαιδευόμενος στην χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου.

Στις επόμενες παραγράφους αναλύεται η πληρότητα του τρόπου με τον οποίο περιγράφονται οι τρεις αυτές απόψεις των μεταδεδομένων με την χρήση του προτύπου.

## Ταυτότητα

Στο προτεινόμενο σύστημα μεταδεδομένων περιλαμβάνεται ένα επαρκές σύνολο χαρακτηριστικών τα οποία μπορούν να χαρακτηρίσουν μοναδικά ένα εκπαιδευτικό εργαλείο. Από μόνο του URL της τοποθεσίας από όπου διατίθεται θα μπορούσε να επαρκεί για τον μοναδικό προσδιορισμό του κάθε εργαλείου. Ωστόσο η προτεινόμενη λύση παρέχει και χαρακτηριστικά των οποίων οι τιμές προσδιορίζουν με σαφήνεια πτυχές που αφορούν την ταυτότητα του ώστε να είναι εύκολος ο εντοπισμός του στο δαιδαλώδες περιβάλλον του διαδικτύου. Εκτιμάται ότι ο καταχωρητής μπορεί να αποδώσει τιμές σε χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε αναζητήσεις ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι στα περισσότερα χαρακτηριστικά έχει οριστεί συγκεκριμένο πεδίο τιμών (το οποίο σε πολύ λίγες περιπτώσεις ξεπερνάει τις δέκα διαφορετικές τιμές) καθιστά τις αναζητήσεις εκπαιδευομένων και εκπαιδευτών αρκούντως γρήγορες, εύστοχες και ακριβείς. Με τον τρόπο αυτό και η καταχώρηση δεν δυσχεραίνεται (σε περίπτωση που τα πεδία τιμών θα ήταν μεγάλα η διαδικασία καταχώρησης θα ήταν εξαιρετικά επίπονη) αλλά και οι αναζητήσεις μπορεί να γίνονται με κατάλληλες διεπαφές πάνω ακριβώς σε αυτές τις προκαθορισμένες τιμές.

Τα πεδία ταυτότητας που αναφέρονται στην γενική κατάταξη των εργαλείων κατά την καταμέτρηση των συχνοτήτων εμφάνισης και της σχετικής εντροπίας, παρουσίασαν γενικά ισορροπία (έχοντας υπ' όψη ότι ο εντοπισμός των εργαλείων του δείγματος προσανατολίστηκε περισσότερο σε συγκεκριμένες κατηγορίες οι οποίες εμφανίζονται με πολλές καταχωρήσεις). Αυτό είναι ένα δείγμα του ότι έγινε ορθή επιλογή των τιμών για την κατάταξη των εργαλείων σε κατηγορίες. Φαινομενικά δεν υπήρχε η ίδια ισορροπία όσον αφορά το γενικό εκπαιδευτικό πεδίο των εφαρμογών. Αυτό το φαινόμενο ωστόσο βρίσκεται εξήγηση στο ότι αναζητήθηκαν εφαρμογές κατάλληλες για ηλικιακές ομάδες πολύ νεαρών ανθρώπων οι οποίοι δεν έχουν μπει ακόμα στην τεχνική εκπαίδευση. Μία ακόμα εξήγηση

αποτελεί και το γεγονός ότι το θεματικό πεδίο Science είναι αρκετά ευρύ σε σχέση με εκείνο των μαθηματικών. Ενδεχομένως να ήταν προς όφελος των διαδικασιών αναζήτησης ο διαχωρισμός του θεματικού πεδίου του Science σε δύο ή περισσότερα.

## Εκπαιδευτική Αξία

Το πρότυπο δίνει μεγάλη έμφαση στην ακριβή περιγραφή των εφαρμογών από εκπαιδευτικής απόψεως. Είναι άλλωστε και το κυρίως ζητούμενο εκείνων που αναζητούν εκπαιδευτικό λογισμικό για οποιαδήποτε χρήση. Το πρότυπο αντιμετωπίζει την πρόκληση αυτή με την διάθεση αρκετών χαρακτηριστικών για τον χαρακτηρισμό των εκπαιδευτικών εργαλείων με μικρό (όσο το δυνατόν) πεδίο τιμών. Έτσι επιτυγχάνεται πληρότητα στις δυνατότητες χαρακτηρισμού των εκπαιδευτικών εργαλείων ως προς:

- Την ακριβή κατηγοριοποίηση ως προς το εκπαιδευτικό αντικείμενο που πραγματεύεται.
- Τις ηλικίες στις οποίες απευθύνεται ώστε να είναι πλήρως αποδοτικό.
- Το πώς εξυπηρετεί την επιστημονική επιχειρηματολογία κατά την διδασκαλία.
- Το τι είδους γνώση παρέχει.
- Πως χρησιμοποιείται στην διδασκαλία
- Ποια μαθησιακά ερεθίσματα ενεργοποιεί στον μαθητή.
- Το παιδαγωγικό μοντέλο που εναρμονίζεται.
- Το είδος της διδασκαλίας που μπορεί να υποστηρίξει.
- Βασικές επιστημονικές αρχές των οποίων την τεκμηρίωση υποστηρίζει.
- Πόσο διδακτικό χρόνο χρειάζεται ο εκπαιδευτικό να αφιερώσει στην χρήση του εκπαιδευτικού εργαλείου ώστε να εκπληρωθεί ο σκοπός του.

Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες και χρήσιμες στον εκπαιδευτικό για να αποφασίσει ποια εκπαιδευτικά εργαλεία είναι κατάλληλα για ένταξη στην εκπαιδευτική διαδικασία στην οποία συμμετέχει. Τον βοηθάν να κάνει την αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών της εκπαιδευτικής διαδικασίας, της φύσης του εκπαιδευτικού κοινού και των διαθέσιμων εργαλείων για την υποστήριξη της διδασκαλίας αυτής.

Στο δείγμα που χρησιμοποιήθηκε και για όποιων χαρακτηριστικών η εμφάνιση των τιμών δεν επηρεάστηκε από τους περιορισμούς για επιλογή φάνηκε γενικά να υπάρχει μία σχετική ισορροπία στην συχνότητα εμφάνισης των τιμών. Δηλαδή παρά το γεγονός ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναγκαστικά είχαν συγκεκριμένες ροπές προς ορισμένες τιμές

χαρακτηριστικών, από την εμπειρία της μελέτης αποφαίνεται ότι τα εκπαιδευτικά εργαλεία ως προς την παιδαγωγική τους αξία περιγράφονται πλήρως και με ακρίβεια με τον προτεινόμενο πρότυπο.

## Τεχνικές Απαιτήσεις και Περιγραφή

Οι τεχνικές απαιτήσεις για την χρήση ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων είναι μία σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη κατά την επιλογή του για χρήση στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Οι τεχνικές αυτές απαιτήσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Απαιτήσεις για την λειτουργία του εργαλείου: Αυτές προσδιορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις σε υλικό (hardware) και λογισμικό (software) για την αποδοτική λειτουργία των εκπαιδευτικών εργαλείων. Αφορούν τον εξοπλισμό και την υλικοτεχνική υποδομή που είναι απαραίτητη, τα λειτουργικά συστήματα και τις πλατφόρμες λογισμικού πάνω στις οποίες μπορούν να λειτουργήσουν τα εκπαιδευτικά εργαλεία. Δεδομένου ότι ως επί των πλείστον οι εφαρμογές αυτές θεωρείται ότι λειτουργούν στα πλαίσια του διαδικτύου δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά που να αναφέρονται σε απαιτούμενο υλικό καθώς είναι δεδομένο ότι απαιτείται η ύπαρξη ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η μόνη αναφορά που γίνεται σε υλικό είναι το χαρακτηριστικό εκείνο το οποίο καθορίζει αν το εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε φορητές συσκευές. Αυτό είναι απαραίτητο λόγω της ευρύτητας χρήσης των συσκευών αυτών και την επέκταση αυτής και στις εκπαιδευτικές διαδικασίες. Δίνεται επίσης η δυνατότητα για προσδιορισμό των απαιτήσεων για λειτουργικό σύστημα, φυλλομετρήτη ή ιδιαίτερο λογισμικό. Στο δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση του δείγματος δεν φάνηκε να υπάρχουν άλλες απαιτήσεις για τον χαρακτηρισμό των εργαλείων, αφού αναζητήθηκαν εργαλεία προσβάσιμα αποκλειστικά από το φυλλομετρητή. Ωστόσο εκτιμάται ότι αν η αναζήτηση επεκταθεί σε λογισμικό με περισσότερες και αυστηρότερες προδιαγραφές λειτουργίας θα χρειαζόταν να επεκταθεί το πεδίο τιμών του χαρακτηριστικού plugin. Επίσης δίνεται η δυνατότητα για προσδιορισμό του αν η χρήση του απαιτεί κάποιου είδους εγγραφή ή όχι και από τι είδους πνευματικά δικαιώματα διέπεται το λογισμικό. Τα πεδία τιμών αποτελούνται από λίγες αντικειμενικές τιμές και θεωρείται ότι καλύπτουν σε ικανοποιητικό βαθμό το τμήμα αυτό της περιγραφής.

- Απαιτήσεις από τους εκπαιδευόμενους: Το πρότυπο εξετάζει το κατά πόσο εύκολο είναι στην χρήση το εκπαιδευτικό λογισμικό. Υπάρχουν δύο χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να δώσουν απάντηση στο ερώτημα αυτό. Το πρώτο χρησιμοποιείται και σε συνδυασμό με το βάθος στο οποίο αναλύεται το εκπαιδευτικό αντικείμενο και έχει να κάνει με την ηλικιακή ομάδα στην οποία απευθύνεται. Το άλλο αφορά την ευκολία χρήσης του εργαλείου και είναι σαφώς πιο ρητό. Έτσι θεωρείται ότι δίνεται η ευκαιρία για αναζήτηση των πιο εύχρηστων εργαλείων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εντροπίας που παρατηρήθηκαν για το χαρακτηριστικό αυτό θα ήταν πιο δόκιμο να υποστηριχθεί ότι το πρότυπο βοηθάει στον αποκλεισμό των πιο δύσκολων στην χρήση.
- Απαιτήσεις από τους εκπαιδευτικούς: Οι απαιτήσεις για τεχνικές γνώσεις εκ μέρους των εκπαιδευτικών είναι ένας παράγοντας που αντιμετωπίζεται με μεγαλύτερη ακρίβεια από το πρότυπο. Υπάρχει μία σειρά από χαρακτηριστικά (6 σε αριθμό) τα οποία μπορούν να περιγράψουν τις απαιτήσεις γνώσεων του εκπαιδευτικού σε τεχνικό επίπεδο.

Από την μελέτη και την αξιολόγηση του προτύπου προκύπτει το γενικό συμπέρασμα ότι είναι κατάλληλο για την πλήρη και ακριβή περιγραφή ψηφιακού εκπαιδευτικού εργαλείου με έμφαση σε εκείνο που μπορεί να είναι διαθέσιμο μέσω διαδικτύου. Μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση του προτύπου Dublin Core (που περιγράφει τους διαδικτυακούς πόρους) και εξειδίκευση του IEEE LOM (που περιγράφει εκπαιδευτικό υλικό), τα οποία αποτελούν ευρέως διαδεδομένα και αποδεκτά πρότυπα. Όπως κάθε πρότυπο μεταδεδομένων είναι επεκτάσιμο και ικανό να ανταποκριθεί σε μελλοντικές απαιτήσεις ενώ φάνηκε ότι μπορεί με επιτυχία να καλύψει τις τρέχουσες ανάγκες. Επιπλέον η ευρεία χρήση χαρακτηριστικών με διακριτά πεδία τιμών το καθιστούν εύχρηστο σε διαδικασίες και μεθόδους εξόρυξης γνώσης. Η ευχέρεια αυτή είναι πολύς σημαντική αφού η εξόρυξη γνώσης είναι το ισχυρότερο εργαλείο για την εύστοχη επιλογή των εκπαιδευτικών εργαλείων για κάθε εκπαιδευτική διαδικασία.

Η παρούσα έρευνα περιορίστηκε σε ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία για την διδασκαλία αντικειμένων που περιλαμβάνονται στην θεματολογία STEM. Ταυτόχρονα η επιλογή των εργαλείων αυτών έγινε με περιορισμούς τεχνικής –κυρίως– φύσεως. Η εκπαίδευση ωστόσο αποτελεί ένα ευρύτατο ζήτημα που ξεπερνάει τα στενά αυτά όρια που τέθηκαν. Έτσι σε δεύτερο χρόνο χρειάζεται να εξεταστεί το κατά πόσο το σύστημα μεταδεδομένων που χρησιμοποιήθηκε είναι ικανό να ανταποκριθεί στις ανάγκες για χαρακτηρισμό και άλλων συνόλων ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων των οποίων οι προδιαγραφές να είναι λιγότερο

περιορισμένες είτε ως προς την θεματολογία τους, είτε ως προς την τεχνική τους περιγραφή. Με τον τρόπο αυτό θα επιχειρηθεί να ευεργετηθεί μεγαλύτερο τμήμα της εκπαιδευτικής κοινότητας ενώ θα προκύψουν ενδεχομένως και νέες απαιτήσεις ως προς τον χαρακτηρισμό των ψηφιακών εκπαιδευτικών εργαλείων. Τα συμπεράσματα που θα προέκυπταν από μία τέτοια εκτεταμένη έρευνα θα καταδείκνυαν είτε την ανάγκη για ύπαρξη εξειδικευμένων συστημάτων χαρακτηρισμού τους, είτε την πληρότητα του χρησιμοποιούμενου συστήματος για καθολικό χαρακτηρισμό όλων των πιθανών συνόλων.

Σε κάθε περίπτωση η έρευνα χρειάζεται να τεκμηριωθεί και πειραματικά. Αυτό μπορεί να γίνει με την δημοσίευση της λίστας των χαρακτηρισμένων εργαλείων και την διάθεση της σε ένα σύνολο εκπαιδευτικών. Οι εκπαιδευτικοί αυτοί θα χρησιμοποιήσουν την λίστα αυτή και θα επιλέγουν τα εκπαιδευτικά εργαλεία που θεωρούν καταλληλότερα με βάση τον χαρακτηρισμό τους. Στο τέλος της πειραματικής τεκμηρίωσης θα καταγράφεται η άποψη τους ως προς την πληρότητα και ακρίβεια του χαρακτηρισμού των εκπαιδευτικών εργαλείων καθώς και το κατά πόσο αυτός επίσπευσε την προετοιμασία της διδασκαλίας τους και αναβάθμισε την ποιότητα της. Η καταγραφή αυτή θα μπορούσε να αποτελέσει τον οδηγό για βελτίωση και αναβάθμιση του συστήματος χαρακτηρισμού τους.

## Βιβλιογραφία

Azuma, R. (1997). *A Survey of Augmented Reality* (1st ed.). Malibu. Retrieved from <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Barker, P. (2005). *What is IEEE Learning Object Metadata / IMS Learning Resource Metadata?* (1st ed.).

Barron, B., Schwartz, D., Vye, N., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. (1998). Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem and Project-Based Learning. *Journal Of The Learning Sciences*, 7(3), 271-311. doi:10.1207/s15327809jls0703&4\_2

Berners-Lee, T. (1997). *Web architecture: Metadata*. W3.org. Retrieved 31 May 2015, from <http://www.w3.org/DesignIssues/Metadata.html>

Berthold, M., & Hand, D. (2007). *Intelligent Data Analysis: An Introduction* (2nd ed.). New York: Springer Science & Business Media.

Billinghurst, M. (2015). *Augmented Reality in Education* (1st ed.). New Horizons for Learning. Retrieved from [http://www.solomonalexis.com/downloads/ar\\_edu.pdf](http://www.solomonalexis.com/downloads/ar_edu.pdf)

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subjects ? State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies In Mathematics*, 22(1), 37-68. doi:10.1007/bf00302716

Bourke, R., & Mentis, M. (2014). An assessment framework for inclusive education: integrating assessment approaches. *Assessment In Education: Principles, Policy & Practice*, 21(4), 384-397. doi:10.1080/0969594x.2014.888332

Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science And Mathematics*, 112(1), 3-11. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Brun, R., Couet, O., Vandoni, C., & Zanarini, P. (1989). PAW, a general-purpose portable software tool for data analysis and presentation. *Computer Physics Communications*, 57(1-3), 432-437. doi:10.1016/0010-4655(89)90257-9

Cheng, K., & Tsai, C. (2012). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal Of Science Education And Technology*, 22(4), 449-462. doi:10.1007/s10956-012-9405-9

- Chen, Y. (2006, June). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. In *Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications* (pp. 369-372). ACM.
- Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49(1), 3-18. doi:10.1016/j.compedu.2005.06.002
- Corter, J., Esche, S., Chassapis, C., Ma, J., & Nickerson, J. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, 57(3), 2054-2067. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.009
- Cowie, B., & Bell, B. (1999). A Model of Formative Assessment in Science Education. *Assessment In Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 101-116. doi:10.1080/09695949993026
- Cowie, B. (2005). Student commentary on classroom assessment in science: a sociocultural interpretation. *International Journal Of Science Education*, 27(2), 199-214. doi:10.1080/0950069042000276721
- Crippen, K., & Archambault, L. (2012). Scaffolded Inquiry-Based Instruction with Technology: A Signature Pedagogy for STEM Education. *Computers In The Schools*, 29(1-2), 157-173. doi:10.1080/07380569.2012.658733
- Crosier, J., Cobb, S., & Wilson, J. (2000). Experimental Comparison of Virtual Reality with Traditional Teaching Methods for Teaching Radioactivity. *Education And Information Technologies*, 5(4), 329-343.
- Cuenca Almenar, C., Corso-Radu, A., Hadavand, H., Ilchenko, Y., Kolos, S., Slagle, K., & Taffard, A. (2011). ATLAS Online Data Quality Monitoring. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements*, 215(1), 304-306. doi:10.1016/j.nuclphysbps.2011.04.038
- Dooner, M. (1991). Conceptual modeling of manufacturing flexibility. *International Journal Of Computer Integrated Manufacturing*, 4(3), 135-144. doi:10.1080/09511929108944489
- De Grove, F., Bourgonjon, J., & Van Looy, J. (2012). Digital games in the classroom? A contextual approach to teachers' adoption intention of digital games in formal education. *Computers In Human Behavior*, 28(6), 2023-2033. doi:10.1016/j.chb.2012.05.021
- de Jong, T. (2006). Computer Simulations: Technological Advances in Inquiry Learning. *Science*, 312(5773), 532-533. doi:10.1126/science.1127750



Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.01

Erickson, F.J., & Vonk, J.A. (1994). *Computer essentials in education: the teaching tools*. McGraw-Hill.

Gilbert, J. (2004). Models and Modeling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 2(2), 115-130. doi:10.1007/s10763-004-3186-4

Gonzalez, H., & Kuenzi, J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer* (1st ed.). Retrieved from [http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc122233/m1/1/high\\_res\\_d/R42642\\_2012Aug01.pdf](http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc122233/m1/1/high_res_d/R42642_2012Aug01.pdf)

Grabe, M., & Grabe, C. (2006). *Integrating technology for meaningful learning* (5<sup>th</sup> ed.) Boston: Houghton Mifflin Co.

Greca, I., & Moreira, M. (2000). Mental models, conceptual models, and modeling. *International Journal Of Science Education*, 22(1), 1-11. doi:10.1080/095006900289976

Iiyoshi, T., Hannafin, M., & Wang, F. (2005). Cognitive tools and student-centred learning: rethinking tools, functions and applications. *Educational Media International*, 42(4), 281-296. doi:10.1080/09523980500161346

Iskander, M. (2007). *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment, and Engineering Education Magued* (1st ed.). The Netherlands: Springer.

Jonassen, D., Carr, C., & Yueh, H. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *Techtrends*, 43(2), 24-32. doi:10.1007/bf02818172

Justi, R., & Gilbert, J. (2002). Modeling, teachers' views on the nature of modeling, and implications for the education of modellers. *International Journal Of Science Education*, 24(4), 369-387. doi:10.1080/09500690110110142

Hammontree, M., Hendrickson, J., & Hensley, B. (1992). Integrated data capture and analysis tools for research and testing on graphical user interfaces. In *CHI '92 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing System* (pp. 431-432). ACM.

- Kaufmann, H. (2003). *Collaborative Augmented Reality in Education* (1st ed.). Institute of Software Technology and Interactive Systems Vienna University of Technology. Retrieved from <http://www.ita.mx/files/avisos-desplegados/ingles-tecnico/guias-estudio-abril-2012/articulo-informatica-1.pdf>
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345. doi:10.1016/s0097-8493(03)00028-1
- Kotiadis, K., & Robinson, S. (2008). Conceptual Modeling: Knowledge acquisition and model abstraction. In *Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference*.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal Of Science Education*, 32(13), 1771-1799. doi:10.1080/09500690903214546
- Lindfors, J. (2003). *Advances in Control Education 2003 (ACE 2003): A Proceedings Volume from the 6th IFAC Symposium, Oulu, Finland, 16-18 June 2003*. (1st ed.). Finland: IFAC.
- Ma, J., & Nickerson, J. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories. *CSUR*, 38(3), 7-es. doi:10.1145/1132960.1132961
- Martin-Villalba, C., Urquia, A., & Dormido, S. (2008). An approach to virtual-lab implementation using Modelica. *Mathematical And Computer Modeling Of Dynamical Systems*, 14(4), 341-360. doi:10.1080/13873950701846712
- Marx, R., Blumenfeld, P., Krajcik, J., & Soloway, E. (1997). Enacting Project-Based Science. *ELEM SCHOOL J*, 97(4), 341. doi:10.1086/461870
- Morrison, G. R. & Lowther, D. L. (2005). *Integrating computer technology into the classroom* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Pearson/Merrill/Prentice Hall
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom*. (1st ed.). Teaching Institute for Essential Science.
- Newby, T. J., Stepich, D. A., Lehman, J. D., Russell, J. D. (2009). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία για Διδασκαλία και Μάθηση* (3rd ed.). Επίκεντρο.
- Nickerson, J., Corter, J., Esche, S., & Chassapis, C. (2007). A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education. *Computers & Education*, 49(3), 708-725. doi:10.1016/j.compedu.2005.11.019

- Parker, C., Stylinski, C., Bonney, C., Schillaci, R., & McAuliffe, C. (2015). Examining the Quality of Technology Implementation in STEM Classrooms: Demonstration of an Evaluative Framework. *Journal Of Research On Technology In Education*, 47(2), 105-121. doi:10.1080/15391523.2015.999640
- Pence, H. (2010). Smartphones, Smart Objects, and Augmented Reality. *The Reference Librarian*, 52(1-2), 136-145. doi:10.1080/02763877.2011.528281
- Preston, J., & Morrison, B. (2009). Entertaining Education – Using Games-Based and Service-Oriented Learning to Improve STEM Education. In *Transactions on Edutainment III* (1st ed.). Springer Berlin Heidelberg.
- Quintana, C., Reiser, B., Davis, E., Krajcik, J., Fretz, E., & Duncan, R. et al. (2004). A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry. *Journal Of The Learning Sciences*, 13(3), 337-386. doi:10.1207/s15327809jls1303\_4
- Reid, D., Zhang, J., & Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 19(1), 9-20. doi:10.1046/j.0266-4909.2003.00002.x
- Roblyer, M. (2009). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία και Διδασκαλία*. Γ' Παρίκος & ΣΙΑ ΕΕ
- Robinson, S. (2006). Conceptual Modeling For Simulation: Issues and Research Requirements. In *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference* (pp. 792-800).
- Roschelle, J., Penuel, W., Yarnall, L., Shechtman, N., & Tatar, D. (2005). Handheld tools that ‘Informate’ assessment of student learning in Science: a requirements analysis. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 21(3), 190-203. doi:10.1111/j.1365-2729.2005.00127.x
- Šafarič, R., Truntič, M., Hercog, D., & Pačnik, G. (2005). Control and robotics remote laboratory for engineering education. *iJOE International Journal on Online Engineering*.
- Sampson, D. (2014). *Μαθησιακά Αντικείμενα και Εκπαιδευτικά Μεταδεδομένα*. Presentation.
- Scanlon, E., Colwell, C., Cooper, M., & Di Paolo, T. (2004). Remote experiments, re-versioning and re-thinking science learning. *Computers & Education*, 43(1-2), 153-163. doi:10.1016/j.compedu.2003.12.010
- Shepard, L. (2000). The Role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14. doi:10.3102/0013189x029007004

- Shin, Y. (2002). Virtual Reality Simulations in Web-Based Science Education. *Computer Applications In Engineering Education*, 10(1), 18-25. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.10014/epdf>
- Snir, J., Smith, C., & Grosslight, L. (1993). Conceptually enhanced simulations: A computer tool for science teaching. *Journal Of Science Education And Technology*, 2(2), 373-388. doi:10.1007/bf00694526
- Stevens, S., Sutherland, L., Schank, P., & Krajcik, J. (2007). *The Big Ideas of Nanoscience* (1st ed.). Retrieved from [http://hi-ce.org/PDFs/Big\\_Ideas\\_of\\_Nanoscience-20feb07.pdf](http://hi-ce.org/PDFs/Big_Ideas_of_Nanoscience-20feb07.pdf)
- Teodoro, V., & Neves, R. (2011). Mathematical modeling in science and mathematics education. *Computer Physics Communications*, 182(1), 8-10. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001046551000175X#>
- Törnkvist, S. (1998). Creativity: Can It Be Taught? The Case of Engineering Education. *European Journal Of Engineering Education*, 23(1), 5-12. doi:10.1080/0304379980230102
- Uğur, M., Savaş, K., & Erdal, H. (2010). An internet-based real-time remote automatic control laboratory for control education. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 2(2), 5271-5275. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.859
- Vallino, J. (2002). *Augmented Reality Home Pages - Introduction*. *Se.rit.edu*. Retrieved 1 May 2015, from <http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>
- Van Joolingen, W., De Jong, T., & Dimitrakopoulou, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 23(2), 111-119. doi:10.1111/j.1365-2729.2006.00216.x
- Wallace, C., & Kang, N. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal Of Research In Science Teaching*, 41(9). Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.20032/epdf>
- White, B., & Frederiksen, J. (1998). Inquiry, Modeling, and Metacognition: Making Science Accessible to All Students. *Cognition And Instruction*, 16(1), 3-118. doi:10.1207/s1532690xci1601\_2
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal Of Educational Technology Development And*

*Exchange*, 4(1), 119-140. Retrieved from <http://austarlabs.com.au/wp-content/uploads/2014/01/AR-an-overview-five-directions-for-AR-in-ed.pdf>

Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of research in science teaching*, 41(9), 936-960.

Xia, X., & Xie, Z. (2001). DAMBE: Software Package for Data Analysis in Molecular Biology and Evolution. *Journal Of Heredity*, 92(4), 371-373. doi:10.1093/jhered/92.4.371