



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ « ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ή ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ »**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιών με Κάρτες στη
Διδασκαλία της Χημείας στο Λύκειο**

**ΠΕΤΡΟΣ ΜΟΥΓΙΟΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2018



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ « ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ή ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ »**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιών με Κάρτες στη
Διδασκαλία της Χημείας στο Λύκειο**

**ΠΕΤΡΟΣ ΜΟΥΓΙΟΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2018

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Σχεδιασμός και Εφαρμογή Παιχνιδιών με Κάρτες στη Διδασκαλία της
Χημείας στο Λύκειο**

ΠΕΤΡΟΣ ΜΟΥΓΙΟΣ

A.M.: 141101

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Ευαγγελία Μαυρικάκη,
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ευαγγελία Μαυρικάκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΚΠΑ
Κωνσταντίνος Μεθενίτης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΚΠΑ
Ευαγγελία Παυλάτου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται μια αυξανόμενη τάση για τη χρήση παιχνιδιών στη διδασκαλία της χημείας στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Τα παιχνίδια αυτά είναι κατά κύριο λόγο ψηφιακά, αλλά και παιχνίδια με κάρτες και επιτραπέζια. Η εργασία αυτή έχει ως σκοπό να διερευνήσει αν και σε τι βαθμό μπορεί η εισαγωγή χημικών εννοιών στο λύκειο με τη χρήση παιχνιδιών με κάρτες, να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση και στη βραχυπρόθεσμη και μεσοβραχυπρόθεσμη συγκράτηση της μάθησης, σε σύγκριση με την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική μετωπική μέθοδο διδασκαλίας. Τα παιχνίδια που σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν ήταν το (Chem)₄mula που αφορά τη γραφή χημικών τύπων και την ονοματολογία ανόργανων ενώσεων, το ValenShells που είναι για τον ετεροπολικό και ομοιοπολικό δεσμό και το memOrganic που επικεντρώνεται στις ομόλογες σειρές των οργανικών ενώσεων.

Τα τρία παιχνίδια είναι πρωτότυπα και σχεδιάστηκαν από τον γράφοντα, ενώ δοκιμάστηκαν σε 240 συνολικά μαθητές Α' και Β' Λυκείου. Κατά το σχεδιασμό ακολουθηθήκαν γενικές αρχές της αρχιτεκτονικής των παιχνιδιών και έγινε προσπάθεια να ενσωματώνουν στοιχεία από θεωρίες μάθησης όπως τη θεωρία των εσωτερικών κινήτρων και τον κοινωνικό εποικοδομητισμό του Vygotsky, τη ψυχολογική θεωρία ροής του Csikszentmihalyi αλλά και αρχές της συνεργατικής μάθησης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ποσοτικής έρευνας, τα δυο παιχνίδια που εφαρμόστηκαν στην Α' Λυκείου συνέβαλαν στην αποτελεσματικότερη συγκράτηση της γνώσης σε χρονικό βάθος δύο μηνών. Στο τρίτο παιχνίδι που χρησιμοποιήθηκε σε τμήματα της Β' Λυκείου, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκράτηση της μάθησης μεταξύ της μετωπικής διδασκαλίας και της διδασκαλίας με το παιχνίδι.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διδακτική της Χημείας

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: παιχνίδια με κάρτες, χημικοί δεσμοί, ονοματολογία, ομόλογες σειρές, θεωρία κινήτρων

ABSTRACT

Lately, in the international literature there has been a growing trend in using games in the teaching of chemistry in secondary and higher education. These games are primarily digital, but also card games and board games. The scope of this research was to investigate whether and to what extent the introduction of high school chemistry concepts via the use of card games may contribute to a better understanding and to a short-term and medium-term retention of learning, as compared to the traditional teacher-centered method. The games that were designed and implemented, were (Chem)₄mula, which deals with the writing of chemical formulae and inorganic nomenclature, ValenShells which is about the ionic and covalent bonds and memOrganic that focuses on the different classes of organic compounds, according to their functional groups.

The three games are original and were designed by the writer, while they were tested with 240 K-10 and K-11 students. During the design, apart from following principles of game architecture, an attempt was made to incorporate elements from learning theories such as the theory of internal motivation and Vygotsky's social constructivism's theory, psychologist's Csikszentmihalyi flow theory, but also principles of collaborative learning.

According to the results of the quantitative survey, the two games applied in K-10 contributed to a more effective retention of knowledge in a two-month's time period. In the third game used with K-11 students, there were no statistically significant differences in the retention of learning between teacher-oriented approach and teaching with card games.

SUBJECT AREA: Chemistry Education

KEYWORDS: card games, chemical bonding, nomenclature, classes of organic compounds, motivation theory

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων	13
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	23
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Το παιχνίδι του και ο ρόλος του στη μάθηση	25
1.1 Εισαγωγή	25
1.2 Θεωρήσεις για το παιχνίδι	26
1.3 Παιχνίδι και Μάθηση.....	29
1.4 Το παιχνίδι στην εκπαίδευση σήμερα	32
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Παιχνίδια με κάρτες στη χημεία	35
2.1 Εισαγωγή	35
2.2 Εμπορικά παιχνίδια με κάρτες για τη χημεία.....	38
2.3 Μη εμπορικά παιχνίδια με κάρτες στη χημεία	41
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Σχεδιασμός των (Chem)₄mula, ValenShells και memOrganic...45	
3.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού.....	45
3.2 Στάδια σχεδιασμού των τριών παιχνιδιών	50
3.2.1 Βιβλιογραφική έρευνα για παιχνίδια με κάρτες στη χημεία	51
3.2.2 Επιλογή εννοιών της χημείας που θα διδαχθούν με παιχνίδια.....	51
3.2.2.1 Χημικός δεσμός.....	51
3.2.2.2 Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων	52
3.2.2.3 Ομόλογες Σειρές Οργανικών Ενώσεων.....	54
3.2.3 Βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα για τα χαρακτηριστικά αρχιτεκτονικής των παιχνιδιών	55
3.2.4 Συσχετισμός με θεωρίες μάθησης	59
3.2.4.1 Θεωρία εσωτερικών κινήτρων.....	59
3.2.4.2 Θεωρία Ροής του Csikszentmihalyi	62
3.2.4.3 Κοινωνικός εποικοδομητισμός του Vygotsky και ζώνη επικείμενης ανάπτυξης..	64
3.2.4.4 Συσχέτιση με είδη μάθησης κατά Gagne.....	65
3.2.4.5 Ανατροφοδότηση.....	67
3.2.5 Δοκιμή παιχνιδιών του εμπορίου με κάρτες.....	68
3.2.6 Δημιουργία υλικού και δοκιμή.....	69

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Μεθοδολογία έρευνας.....	71
4.1 Σχεδιασμός έρευνας	71
4.2 Συμμετέχοντες/Δείγμα.....	72
4.3 Υλικά.....	74
4.3.1 (Chem) ₄ mula	74
4.3.2 ValenShells.....	75
4.3.3 MemOrganic	76
4.4 Εργαλεία	78
4.5 Διαδικασία	81
4.5.1 Προκαταρκτικές διδακτικές ενέργειες	81
4.5.2 Διαδικασίες κατά την ημέρα εφαρμογής του παιχνιδιού.....	83
4.6 Ανάλυση δεδομένων	89
4.7 Αποτελέσματα.....	92
4.7.1 (Chem) ₄ mula	92
4.7.2 ValenShells.....	94
4.7.3 memOrganic	96
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συζήτηση αποτελεσμάτων.....	98
5.1 (Chem) ₄ mula.....	98
5.2 ValenShells	101
5.3 memOrganic	105
5.4 Συγκράτηση της γνώσης σε κάθε παιχνίδι χωριστά	109
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Συμπεράσματα - Συζήτηση	112
7. ΑΝΑΦΟΡΕΣ	131
8. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	147
9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I	148
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II.....	150
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III.....	151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV	153

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V	154
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI	155
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII	157
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII	158

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Τυπολογία εκπαιδευτικών παιχνιδιών (Marti-Parreno 2016)	33
Σχήμα 2: Διδακτικό μοντέλο εκπαιδευτικού παιχνιδιού (Garris 2002).....	34
Σχήμα 3: Διδασκαλία νέων εννοιών με το παιχνίδι	45
Σχήμα 4: Αλληλεπικάλυψη διδακτικών στόχων και χαρακτηριστικών στοιχείων του παιχνιδιού (Wilson et al 2009)	47
Σχήμα 5: Πλέγμα λεκτικής επικοινωνίας σε ομάδα 4 μελών.....	49
Σχήμα 6: Βήματα για το σχεδιασμό των τριών παιχνιδιών	50
Σχήμα 7: Η πρόκληση και οι ικανότητες των παιδιών ως συνιστώσες της ροής (Csikszentmihalyi, 1988)	63
Σχήμα 8: Είδη μάθησης κατά Gagne (Gagne 1984).....	65
Σχήμα 9: Κάρτες από το παιχνίδι (Chem) ₄ mula.....	76
Σχήμα 10: Κάρτες του παιχνιδιού memOrganic (εμπρός όψη).....	77
Σχήμα 11: Κάρτες του παιχνιδιού memOrganic (οπίσθια όψη)	77
Σχήμα 12: Προκαταρκτικές διδακτικές ενέργειες.....	81
Σχήμα 13: Διαδικασίες κατά την ημέρα εφαρμογής των παιχνιδιών.....	83
Σχήμα 14: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το (Chem) ₄ mula /2015-16.....	99
Σχήμα 15: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το (Chem) ₄ mula /2016-17.....	99
Σχήμα 16: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου στο (Chem) ₄ mula/ 2015-16 και 2016-17	100
Σχήμα 17: Οι βαθμοί κάθε μαθητή στο τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης στην έρευνα με το ValenShells.....	103
Σχήμα 18: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου	104
Σχήμα 19: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το ValenShells	104
Σχήμα 20: Ποσοστό μαθητών ανά τμήμα στην έρευνα με το ValenShells που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας.....	105
Σχήμα 21: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το memOrganic	105
Σχήμα 22: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου για το memOrganic	106
Σχήμα 23: Μαθητές Α' και Β' Λυκείου που παρακολουθούν φροντιστήριο/ιδιαιτέρο	107
Σχήμα 24: Ποσοστό των μαθητών κάθε τμήματος της Β' Λυκείου που πάνε φροντιστήριο/ιδιαιτέρα	108

Σχήμα 25: Ποσοστό μαθητών στην έρευνα με το memOrganic που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας.....	108
Σχήμα 26: Οι βαθμοί κάθε μαθητή στο τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης στην έρευνα με το (Chem) ₄ mula/2015-16	110
Σχήμα 27: Ποσοστό μαθητών ανά τμήμα στην έρευνα με το (Chem) ₄ mula που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας /2015-16.....	111
Σχήμα 28: Μοντέλο σχεδιασμού και εφαρμογής εκπαιδευτικών επιτραπέζιων παιχνιδιών και παιχνιδιών με κάρτες	116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κάρτες από το παιχνίδι (Chem) ₄ mula	75
Εικόνα 2: Το ταμπλό του ValenShells	76
Εικόνα 4: Μερικές από τις κάρτες του memOrganic	78
Εικόνα 4: Μία από τις ομάδες παίζει το ValenShells.....	80
Εικόνα 5: Δραστηριότητα ταξινόμησης με το (Chem) ₄ mula	92
Εικόνα 7: Μαθητές της Β' Λυκείου παίζουν το memOrganic.....	96
Εικόνα 7: Δεύτερο μέρος της δραστηριότητας με το (Chem) ₄ mula	101

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κατηγορίες παιχνιδιών με κάρτες και επιτραπέζιων (Bochennek et al 2007)	55
Πίνακας 2: Εσωτερικά κίνητρα στο παιχνίδι (Malone & Lepper, 1987)	59
Πίνακας 3: Αριθμός τμημάτων και μαθητών	73
Πίνακας 4: Αντιστοίχιση των ερωτήσεων των τεστ με διδακτικούς στόχους	79
Πίνακας 5: Στατιστική ανάλυση για το (Chem) ₄ mula	93
Πίνακας 6: Στατιστική ανάλυση για το ValenShells	95
Πίνακας 7: Στατιστική ανάλυση για το memOrganic	97

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Πολλές έρευνες έχουν δείξει πως καθώς τα παιδιά περνούν από το δημοτικό στο γυμνάσιο και στο λύκειο, μειώνεται το ενδιαφέρον τους για τις σχολικές δραστηριότητες και γίνεται αρνητικότερη η στάση τους για το σχολείο. Το σχολείο καταπνίγει σταδιακά το έμφυτο ενδιαφέρον τους για μάθηση, ιδιαίτερα σε σχέση με το στοιχείο της πρόκλησης, της περιέργειας και του ελέγχου και οι έφηβοι μαθητές προσαρμόζονται στις απαιτήσεις της φιλοσοφίας ενός σχολείου που ενισχύει μόνο τα εξωτερικά κίνητρα, όπως για παράδειγμα την επίτευξη υψηλής βαθμολογίας.

Σε αυτό το πλαίσιο προβάλλει σημαντική η ευθύνη του εκπαιδευτικού να δημιουργήσει ενδογενή κίνητρα μάθησης, τροποποιώντας την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική μέθοδο διδασκαλίας και ενσωματώνοντας στοιχεία από θεωρίες μάθησης και παιδαγωγικές θεωρίες. Με την παρούσα εργασία επιχειρείται ένα βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση, με το σχεδιασμό τριών πρωτότυπων παιχνιδιών με κάρτες και την εφαρμογή τους στην εισαγωγή και διδασκαλία νέων εννοιών στο μάθημα της χημείας στο λύκειο.

Για την εκπόνηση αυτής της έρευνας, ευχαριστώ θερμά τη διδάσκουσα καθηγήτρια στο ΔΙΧΗΝΕΤ, Επίτιμη Σύμβουλο ΠΙ, κ. Κουλουμπαρίση Αλεξάνδρα για την έμπνευση, την υπομονή και την καθοδήγησή της και την κ. Μαυρική Ευαγγελία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια στο ΕΚΠΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Το παιχνίδι του και ο ρόλος του στη μάθηση

1.1 Εισαγωγή

«Το αντίθετο του παιχνιδιού είναι η κατάθλιψη»

Brian Sutton-Smith

Ο νομπελίστας χημικός Manfred Eigen στο πολυμεταφρασμένο βιβλίο του “The Laws of Games” αναφέρει ότι η ιστορία των παιχνιδιών ξεκινάει από τη Μεγάλη Έκρηξη. Η ενέργεια που απελευθερώθηκε έθεσε τα πάντα σε κίνηση και οι δυνάμεις της τάξης, οι φυσικοί νόμοι, αντιπάλεψαν την τύχη και δημιουργήθηκε η ζωή. Έτσι είναι και στα παιχνίδια: συνδυασμός τύχης και κανόνων. Το παιχνίδι ξεκίνησε ανάμεσα στα στοιχειώδη σωματίδια, τα άτομα και τα μόρια και τώρα το κουβαλούν τα κύτταρα του εγκεφάλου μας. «Οι άνθρωποι δεν εφεύραν το παιχνίδι, αλλά το παιχνίδι και μόνο το παιχνίδι ολοκληρώνει τον άνθρωπο» (Eigen, 1975, p.3).

Τα επιτραπέζια παιχνίδια υπήρχαν από την αρχαιότητα. Για παράδειγμα, το Senet στην Αίγυπτο (Piccione, 2007), ή το παιχνίδι που αναφέρει ο Όμηρος στην Α' ραψωδία της Οδύσσειας πως έπαιζαν οι μνηστήρες της Πηνελόπης που το ονομάζει πεσσοί και πιθανόν ήταν κάτι ανάλογο με το σημερινό τάβλι ή τη ντάμα:

«Βρήκε τότε εκεί τους περήφανους μνηστήρες, που περνούσαν την ώρα τους πεντάλφα παίζοντας μπρος στου σπιτιού τις πόρτες, σε δέρματα βοδιών καθούμενοι, που τα 'χαν σφάζει ατοί τους» (Καζαντζάκης & Κακριδής 1938, σελ.8).

Ο Ηρόδοτος αναφέρει πως οι Λυδοί εφεύραν τα παιχνίδια με κύβους, σφαίρες και μικρά οστά ζώων («αστράγαλοι») κατά τη διάρκεια μιας μακράς περιόδου λιμού: έπαιζαν τη μια μέρα για να μη σκέφτονται την πείνα τους και την άλλη μέρα έτρωγαν. Το ίδιο αναφέρει και ο Σοφοκλής στην τραγωδία Παλαμήδης, ενώ αποδίδει στον ομώνυμο ήρωα την εφεύρεση των πεσσών και των κύβων για να παίζουν οι στρατιώτες μετά τις μάχες. Για τους Έλληνες

της αρχαϊκής και κλασσικής περιόδου το να παίζουν πεσσούς μάθαινε στον παίχτη πώς να είναι πολίτης της πόλης ή να κινείται και να παραμένει στη γραμμή της μάχης (Kurke, 1999). Στην Κίνα δε, ήδη από τον 9^ο αιώνα μ.Χ. είχαν επινοήσει παιχνίδια με κάρτες (Parlett, 2008).

Ο Huizinga (1938) ορίζει τον άνθρωπο ως «Άνθρωπο-Παίχτη» ή «Παιχνιδιάρικο Άνθρωπο» (Homo Ludens) στο επιδραστικό ομώνυμο βιβλίο του. Το παιχνίδι με διάφορες μορφές υπήρχε σε όλες σχεδόν εκείνες τις πολιτιστικές διεργασίες που παρήγαγαν τις θεμελιώδεις μορφές της κοινωνικής ζωής. Ο συναγωνισμός με παιχνιδιάρικο πνεύμα (playful competition) υπάρχει ως κοινωνική παρόρμηση από πολύ παλιά, από πάντα. Το τραγούδι και η μουσική ήταν παιχνίδι, ενώ ακόμα και οι πόλεμοι χτίστηκαν πάνω σε μοτίβα παιχνιδιού. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ο πολιτισμός στα πρώτα του στάδια «παίχτηκε». Δεν προέκυψε από το παιχνίδι, αλλά γεννήθηκε μέσα και ως παιχνίδι και δεν το αφήνει ποτέ (Huizinga, 1938, p.173). Σύμφωνα με τον Jung, «Η δημιουργία κάτι καινούριου επιτυγχάνεται όχι με το νου, αλλά με το ένστικτο του παιχνιδιού που πηγάζει από εσωτερική ανάγκη» (Wennerstand, 1998, p.442).

Κατά μια έννοια, όλη η κοινωνία διαπνέεται από παιχνίδι. Η επιστήμη, οι νόμοι, οι τέχνες, η θρησκεία, οι πόλεμοι, ξεκίνησαν σαν παιχνίδια, σε πλαίσια που οι άνθρωποι μπορούν να βιώσουν τη χαρά μιας στοχευόμενης δράσης τους. Χωρίς πνεύμα παιχνιδιού ο πολιτισμός δε μπορεί να υπάρχει. Για παράδειγμα, αν τα κράτη πάψουν να υπακούουν στους διεθνείς κανόνες ή οι πολίτες στους κανόνες του κράτους, θα επέλθει το χάος και η βία θα πάρει τον έλεγχο. Ακόμα και τότε όμως κάποιος θα θελήσει να φανεί πιο δυνατός, να κερδίσει στο παιχνίδι εξουσίας. Η ιστορία του πολιτισμού μας ήταν πάντα ένα ερώτημα του ποιος θα κερδίσει (Huizinga, 1938, pp.100-101).

1.2 Θεωρήσεις για το παιχνίδι

Είναι δύσκολο να δοθεί ένας ορισμός για το παιχνίδι, καθώς είναι πολυσύνθετη δραστηριότητα. Κατά ένα τρόπο, το παιχνίδι είναι «μια κατάσταση του νου, ένας τρόπος να δεις τον κόσμο, ένας τρόπος ύπαρξης, οπότε είναι δύσκολο να οριστεί» (Sutton-Smith 2001, p.174). Αναζητώντας

κάτι κοινό στο παιχνίδι παιδιών και ενηλίκων, ανθρώπων και ζώων καταλήγουμε στο αυτό ότι είναι η εκπληκτική ποικιλία τους και η μεταβλητότητά τους (Sutton-Smith, ό.π., p.221).

Ο Huizinga (1938, p.13) ορίζει το παιχνίδι ως μια δραστηριότητα που:

- είναι συνειδητή, αλλά αισθητή ως φανταστική, δηλαδή τοποθετημένη έξω από την «κανονική» ζωή

- πραγματοποιείται κατόπιν ελεύθερης επιλογής
- μπορεί να απορροφά εντελώς τον παίχτη που παίζει
- δε σχετίζεται με κάποιο υλικό κέρδος ή ατομικό συμφέρον
- είναι οριοθετημένη χωρικά και χρονικά
- ακολουθεί προκαθορισμένους κανόνες

- προωθεί τη δημιουργία μικρών κοινωνικών ομάδων που τείνουν να περιβάλλουν τους εαυτούς τους με μυστικότητα και να δηλώνουν τη διαφορετικότητά τους με μεταμφίεση ή με άλλους τρόπους

Σύμφωνα με τον Caillouis (1961, p.61) ως παιχνίδι ορίζεται μια δραστηριότητα η οποία:

- είναι ελεύθερη, δηλαδή το άτομο δεν τη βλέπει ως υποχρέωση
- είναι διαχωρισμένη, δηλαδή έχει χρονικά και χωρικά όρια που έχουν καθοριστεί από πριν

- είναι αβέβαιη, με μη προκαθορισμένη εξέλιξη και αποτέλεσμα, αφήνοντας περιθώρια στην πρωτοβουλία και την ικανότητα του παίχτη. Ο κάθε παίχτης μπορεί να αντιδράσει κατά την εξέλιξη του παιχνιδιού, να κάνει το δικό του παίξιμο μέσα στο παιχνίδι (Caillouis, 1961, p.8)

- είναι μη παραγωγική, δηλαδή δε παράγει ούτε αγαθά ούτε πλούτο και καθορίζεται από κανόνες που διαφέρουν από τους κοινούς νόμους. Οι κανόνες εμπεριέχουν μια δεύτερη πραγματικότητα ή μια ελεύθερη μη-πραγματικότητα σε σχέση με την αληθινή ζωή.

Ο Wittgenstein (1958) αναφερόμενος σε παιχνίδια όπως παιχνίδια με κάρτες, με μπάλα, Ολυμπιακά αθλήματα, κ.τ.λ., εξέφρασε την άποψη ότι δε

μπορούν να οριστούν τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά των παιχνιδιών διότι διαφορετικά παιχνίδια έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και απλά ανήκουν στην ίδια κατηγορία επειδή έχουν «οικογενειακή ομοιότητα» το ένα με το άλλο. Τα παιχνίδια φτιάχνουν μια «οικογένεια» όπως τα μέλη μιας οικογένειας μοιράζονται κοινά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, στα παιχνίδια με ταμπλό έχουμε πολυδιάστατες σχέσεις, ενώ στα παιχνίδια με κάρτες κάποια χαρακτηριστικά διατηρούνται ενώ νέα χαρακτηριστικά εμφανίζονται. Γενικά βλέπουμε ομοιότητες που αλλού αλληλεπικαλύπτονται και αλλού διασταυρώνονται. Επίσης δεν είναι όλα τα παιχνίδια διασκεδαστικά, π.χ. σκάκι, και δεν υπάρχει σε όλα νικητής π.χ., ένα παιδί που πετά μια μπάλα στον τοίχο και την ξαναπιάνει (Wittgenstein 1958, p.31-32).

Σε αυτό το τελευταίο συμφωνεί και ο Vygotsky. Πρώτον, υπάρχουν δραστηριότητες που δίνουν στο παιδί μεγαλύτερη ευχαρίστηση από το παιχνίδι, όπως για παράδειγμα η πράξη του πιπιλίσματος σε ένα μικρό παιδί. Δεύτερον υπάρχουν παιχνίδια τα οποία δε δίνουν ευχαρίστηση, ιδίως σε μεγαλύτερες ηλικίες, για παράδειγμα τα αθλητικά παιχνίδια στα οποία συχνά το παιδί απογοητεύεται όταν δεν κερδίζει. Για να οριστεί το παιχνίδι, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες του παιδιού, τα κίνητρα του, οι ροπές του (Vygotsky, 1978b, p.92).

Σύμφωνα με τον Else (2014), το παιχνίδι είναι μια μίξη πράξεων, συναισθημάτων, σκέψεων και σχέσεων. Το παιχνίδι επηρεάζεται από τις σκέψεις του παιδιού, τη διάθεση, τις ικανότητες και τις αλληλεπιδράσεις του με τα άλλα παιδιά, σωματικές και συναισθηματικές. Είναι μια πράξη αυθόρμητη, με ελεύθερη βούληση, αλλά με τους περιοριστικούς παράγοντες αυτούς των ικανοτήτων και της αυτοπεποίθησης. Όταν παίζει το άτομο, συνήθως συμμετέχει με μια συνολική εγκεφαλική και σωματική εμπειρία. Η σκέψη καθοδηγεί τις πράξεις του, οι αισθήσεις σχηματοποιούν συναισθήματα και το συναίσθημα θα καταλήξει σε ευχαρίστηση (ή και το αντίθετο). Το παιδί το κάνει αυτό ασυνείδητα. Τα παιδιά δεν παίζουν συνειδητά με σκοπό να εκπληρώσουν αυτά που οι μεγαλύτεροι βλέπουν ως πλεονεκτήματα του παιχνιδιού. Τα άτομο-παίχτης βυθίζεται στο παιχνίδι, χάνει την αίσθηση του χρόνου (Else, 2014, p66).

1.3 Παιχνίδι και Μάθηση

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως το παιχνίδι στην παιδική ηλικία είναι μια μορφή κοινωνικοποίησης και μια προετοιμασία για την έξοδο στην κοινωνία. Για παράδειγμα, μέσα από το παιχνίδι τα παιδιά μαθαίνουν να ανταγωνίζονται, πράγμα που θα εξασκήσουν και αργότερα (Bruner, 1986).

Σύμφωνα με τον Bruner (1986), οι βασικές λειτουργίες του παιχνιδιού στις δραστηριότητες των μαθητών, είναι οι παρακάτω:

- το παιχνίδι υπονοεί και συνήθως εξασφαλίζει μία μείωση της σοβαρότητας των επιπτώσεων από λάθη που κάνει ο μαθητής. Κατά ένα τρόπο, το παιχνίδι είναι μια δραστηριότητα χωρίς επιπτώσεις που προκαλούν άγχος, αν και είναι μια καθ' όλα σοβαρή δραστηριότητα. Είναι ένα εξαιρετικό μέσο για να δώσει θάρρος για εξερεύνηση. Το παιχνίδι είναι μια δραστηριότητα αυτόνομη, τα παιδιά παίζουν για το παιχνίδι και όχι για τους άλλους.

- τα παιδιά δεν προσκολλώνται σε αναμενόμενα αποτελέσματα και υπάρχει μια πιο χαλαρή σύνδεση μεταξύ μέσων και σκοπών. Αυτό δε σημαίνει πως στο παιχνίδι δεν κυνηγούν ένα κάποιο στόχο, μα σημαίνει πως πολλές φορές αλλάζουν στην πορεία το στόχο ή τα μέσα για την επίτευξη του στόχου. Έτσι γίνονται πιο εφευρετικοί. Αν δε συνέβαινε αυτό, γρήγορα θα βαριόντουσαν τη δραστηριότητα αυτή.

- το παιχνίδι είναι μια προβολή της εσωτερικής ζωής στον εξωτερικό κόσμο σε αντίθεση με τη μάθηση μέσω της οποίας εσωτερικοποιούμε τον εξωτερικό κόσμο και τον κάνουμε μέρος μας. Στο παιχνίδι μεταπλάθουμε τον κόσμο σύμφωνα με τις επιθυμίες μας, ενώ στη μάθηση μεταπλάθουμε τους εαυτούς μας έτσι ώστε να ταιριάζουμε καλύτερα στη δομή του κόσμου. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την ανάπτυξη και δίνει στο παιχνίδι μια –μερικές φορές– τρομαχτική δύναμη.

- το παιχνίδι δίνει μεγάλη ευχαρίστηση. Ακόμα και τα εμπόδια που συναντούμε στο παιχνίδι μας δίνουν ευχαρίστηση όταν τα υπερπηδούμε. Τα εμπόδια είναι απαραίτητα ειδάλλως το παιδί βαριέται. Με άλλα λόγια το παιχνίδι είναι μια διαδικασία επίλυσης προβλημάτων με διασκεδαστικό τρόπο.

Με βάση τη ψυχαναλυτική θεωρία, το παιχνίδι είναι μια αφομοίωση της πραγματικότητας στο Εγώ. Σύμφωνα με τον Freud, το παιχνίδι στη βρεφική και παιδική ηλικία υπαγορεύεται από την αρχή της ευχαρίστησης (στα γερμανικά : *Lustprinzip*), σύμφωνα με την οποία τα άτομα αυτής της ηλικίας αναζητούν ενστικτωδώς την ευχαρίστηση και αποφεύγουν τον πόνο, με σκοπό να ικανοποιήσουν τις βιολογικές και ψυχολογικές τους ανάγκες. Καθώς μεγαλώνουν και εκπαιδεύονται, αναζητούν και πάλι ευχαρίστηση λαμβάνοντας υπ' όψιν όμως και την πραγματικότητα που μπορεί να αναβάλει ή να εξαφανίσει την ευχαρίστηση. Επιπλέον, το παιχνίδι στην παιδική ηλικία είναι ένας τρόπος απεγκλωβισμού από τραυματικές εμπειρίες (Laplanche, 2004).

Σύμφωνα με άλλη θεώρηση, όταν τα μικρά παιδιά παίζουν, φτιάχνουν έναν φανταστικό κόσμο ή μάλλον έναν ενδιάμεσο κόσμο μεταξύ του φανταστικού και του πραγματικού και μπορούν και μαθαίνουν μέσα από αυτό. Μεγαλώνοντας δε, αυτός ο ενδιάμεσος κόσμος διατηρείται μέσα από την επαφή με την τέχνη, το παιχνίδι, τη θρησκεία, τη δημιουργική επιστημονική εργασία (Winnicott, 1971).

Για την παιδαγωγική όψη του παιχνιδιού είχαν διατυπωθεί θέσεις από πολύ νωρίς. Στην Πολιτεία ο Πλάτωνας λέει πως το παιχνίδι πρέπει να είναι προσανατολισμένο προς την εκπαίδευση των παιδιών και των νέων-διανοητική, πρακτική, ηθική. Ο Αριστοτέλης πίστευε πως μέσα από τα παιχνίδια τα παιδιά προετοιμάζονταν για τις εργασίες που θα αναλάμβαναν αργότερα ως μεγάλοι και ως γονείς (Else, 2009, p.140). Τον 18ο αιώνα ο Jean Jackues Rousseau υπογράμμισε τη σημασία του παιχνιδιού και του πειραματισμού στην εκπαίδευση και την ανάπτυξη (Else, ό.π., σελ 141), ενώ σύμφωνα με τον Froebel, το παιδί που παίζει με επιμέλεια, σκέψη και συγκέντρωση, θα αναπτύξει τις δυνατότητες του και θα γίνει ένας σκληρά εργαζόμενος άνθρωπος (Liebschner, 1993). Αργότερα ο Dewey (1915) υπογράμμισε πως η μάθηση με πράξη (learning by doing) είναι ένας καλύτερος τρόπος για να μάθει από ότι με το να ακούει μόνο, και πως η εκπαίδευση πρέπει να συνδέεται με τις δραστηριότητες και τα φυσικά ενδιαφέροντα των παιδιών. Αυτή τη φυσική επιθυμία των παιδιών για παιχνίδι μπορεί να την «εκμεταλλευτεί» το σχολείο τόσο στις μικρότερες ηλικίες, αλλά

και σε μεγαλύτερες τάξεις, για παράδειγμα μέσω της δραματοποίησης και παιχνιδιών ρόλων. Όταν δραματοποιούν αφηρημένες έννοιες τις καταλαβαίνουν καλύτερα (Dewey, 1915 p.120).

Λίγο αργότερα, ο Piaget (1962) επικεντρώνοντας στην προσωπική εξερεύνηση του περιβάλλοντος από το παιδί, υποστήριξε πως μπορεί να οικοδομήσει τη γνώση με την εξερεύνηση μέσα από παιχνίδια. Διέκρινε τα παιχνίδια σε παιχνίδια εξάσκησης, συμβολικά παιχνίδια και παιχνίδια με κανόνες, κάνοντας σύνδεση με τα αναπτυξιακά στάδια του παιδιού από τους συγκεκριμένους συλλογισμούς στους αφηρημένους. Το παιχνίδι εξάσκησης αναφέρεται στο αισθητικοκινητικό παιχνίδι εξερεύνησης των παιδιών της βρεφικής ηλικίας. Το συμβολικό παιχνίδι περιλαμβάνει το υποκριτικό και φανταστικό παιχνίδι των παιδιών της προσχολικής ή πρώιμης σχολικής ηλικίας ενώ το παιχνίδι με κανόνες χαρακτηρίζει τις δραστηριότητες των παιδιών που είναι μεγαλύτερα σε ηλικία (Smith, 2001, σελ. 204).

Η θεωρία του Piaget για τα αναπτυξιακά στάδια, χρησιμεύει ως δείκτης για το είδος των μαθησιακών εμπειριών για τις οποίες είναι έτοιμα τα παιδιά σε κάθε ηλικία. Επιπρόσθετα, υποστήριξε πως η προσαρμοσμένη δραστηριότητα και σκέψη συνιστούν μια ισορροπία μεταξύ της αφομοίωσης (assimilation) και της συμμόρφωσης (accomodation). Η αφομοίωση αναφέρεται στην απόκτηση πληροφοριών μέσω της εμπειρίας ενώ η συμμόρφωση στο μετασχηματισμό της εμπειρίας στο μυαλό και συμμόρφωση της παλιάς εμπειρίας στη παρούσα κατάσταση του μαθητή (Δανασσής-Αφεντάκης 1991, σελ.397). Στο παιχνίδι η ισορροπία αυτή είναι μετατοπισμένη προς την αφομοίωση και λιγότερο στη λειτουργία της συμμόρφωσης. Αυτό το κριτήριο αφορά όχι μόνο τα παιχνίδια εξάσκησης, αλλά και τις διαφορετικές μορφές αφομοίωσης της πραγματικότητας που συναντά κανείς στα συμβολικά παιχνίδια (Piaget, 1962, p.36). Έτσι το παιχνίδι δεν είναι όμοιο με τη μάθηση, αλλά μπορεί να βοηθήσει στη μάθηση, αφού φέρνει το παιδί σε επαφή με νέες εμπειρίες (Wood and Bennett 2001, p.303).

Ο Vygotsky (1978a, 1978b) προχωρεί πέρα από τον γνωστικό εποικοδομητισμό του Piaget και εισάγει τον κοινωνικό εποικοδομητισμό υποστηρίζοντας ότι η μάθηση και η ανάπτυξη του εγκεφάλου επηρεάζεται από το κοινωνικό και πολιτιστικό πλαίσιο. Ο Vygostky έδωσε έμφαση στην

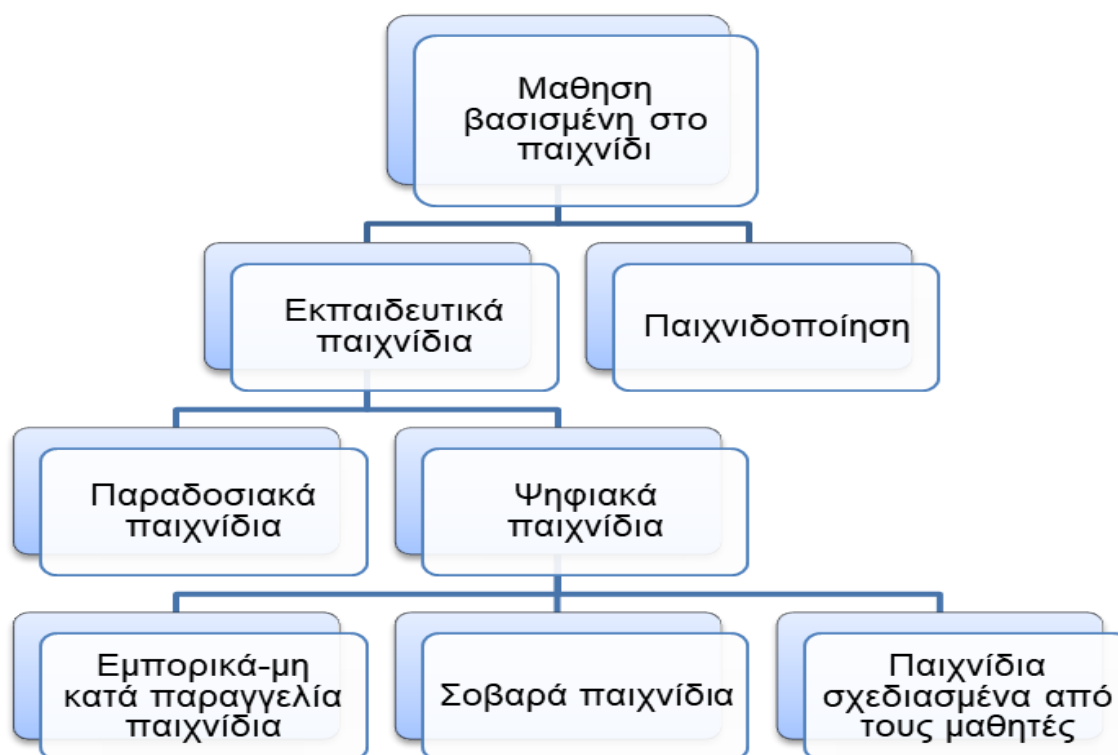
ανάπτυξη ως μια κοινωνικό-πολιτιστική διαδικασία στην οποία ότι συμβαίνει γύρω από ένα παιδί επηρεάζει τη μάθηση και την ανάπτυξη του. Έτσι επεκτείνει τις ιδέες του Piaget για την ανάπτυξη της γνώσης ως εσωτερικής διαδικασίας κάθε παιδιού. Το παιχνίδι είναι κοινωνικό ως προς την προέλευση, διαμεσολαβείται μέσω της γλώσσας και μαθαίνεται μαζί με συνομηλίκους και ενήλικους. Η μάθηση κατευθύνει την ανάπτυξη και όχι η ανάπτυξη τη μάθηση όπως υποστήριξε ο Piaget. Το παιχνίδι συμπεριλαμβάνεται σε εκείνες τις μεθόδους αλληλεπίδρασης με τις οποίες επιτελείται η μάθηση και παιδί εξελίσσεται μέσα από τη διαδικασία του παιχνιδιού. Σε σχέση με τον Piaget, ο Vygotsky έδωσε μεγαλύτερη σημασία στη φαντασία και στο συμβολισμό μέσα στο παιχνίδι, καθώς τα παιδιά εντάσσουν τη φαντασία και την πραγματικότητα σε ένα ενιαίο πλαίσιο. Η σχέση μεταξύ φαντασίας και ρεαλιστικής σκέψης μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες μορφές γνωστικής λειτουργίας στην ενήλικη ζωή. (Wood and Bennett, 2001, p.305).

1.4 Το παιχνίδι στην εκπαίδευση σήμερα

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί στο χώρο της εκπαίδευσης οι όροι «παιχνιδοκεντρική μάθηση» (game-based learning), «σοβαρά παιχνίδια» (serious games) και «παιχνιδοποίηση της μάθησης» (gamification of learning). Οι όροι αυτοί δεν είναι ταυτόσημοι. Ο όρος «παιχνιδοκεντρική μάθηση» αναφέρεται στη χρήση ενός πραγματικού παιχνιδιού με αρχή και τέλος, σχεδιασμένου για μια συγκεκριμένη ενότητα της ύλης ενός μαθήματος (Kapp 2014). Ένα τέτοιο παιχνίδι λέγεται «σοβαρό παιχνίδι» όταν είναι ψηφιακό και έχει κύριο στόχο όχι τη διασκέδαση, αλλά τη μάθηση. Από την άλλη, η «παιχνιδοποίηση της μάθησης» αναφέρεται στην εφαρμογή αρχών σχεδιασμού παιχνιδιών σε πλαίσιο μη-παιχνιδιού για να ενισχυθεί η εμπλοκή του μαθητή (Kapp, 2012, p.15, Ramirez & Squire, 2015). Με άλλα λόγια πρόκειται για την μετατροπή μιας διαδικασίας που δεν είναι παιχνίδι, σε παιχνίδι (Landers, 2014). Για το σκοπό αυτό, εφαρμόζονται αρχές σχεδιασμού παιχνιδιών, κάποιες από τις οποίες είναι ή έξαψη της περιέργειας, η πρόκληση, ο συναγωνισμός, το σύστημα πόντων, οι πίνακες κατάταξης, τα επίπεδα, η επιβράβευση, η τύχη, η απονομή τίτλων, κ.ά. Ενισχύεται έτσι η

σχέση μεταξύ της ποιότητας του διδακτικού σχεδιασμού και των αποτελεσμάτων, και επηρεάζεται άμεσα η μάθηση (Grady, 2013).

Σύμφωνα με τον Marti-Parreno (2016) μια τυπολογία για το παιχνίδι στην εκπαίδευση απεικονίζεται στο εξής σχήμα:

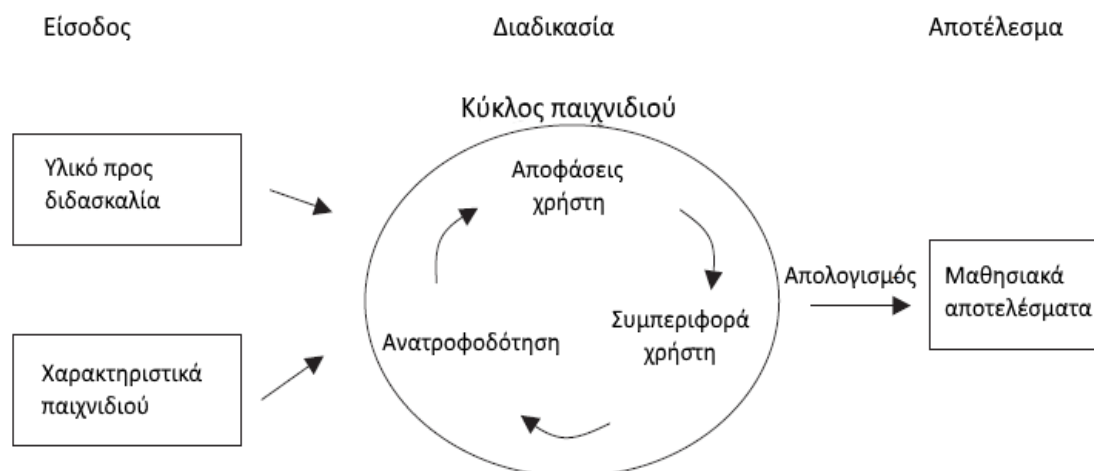


Σχήμα 1: Τυπολογία εκπαιδευτικών παιχνιδιών (Marti-Parreno 2016)

Τα εμπορικά-μη κατά παραγγελία σχεδιασμένα παιχνίδια (commercial-of the shelf games) είναι εμπορικά μη εκπαιδευτικά παιχνίδια που όμως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς ενός μαθήματος, όπως για παράδειγμα το Taboo για τη Γλώσσα, το Sim City για τα Μαθηματικά, το Civilizations για την ιστορία ή το Contraptions για τη Φυσική (Van Eck, 2009, p.80).

Σύμφωνα με τον Garris (2012), το διδακτικό μοντέλο ενός παιχνιδιού μπορεί να συμπυκνωθεί στο σχήμα 2. Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα παιχνίδια, είναι η αφετηρία ενός κύκλου που περιλαμβάνει αποφάσεις από τους παίκτες, αντιδράσεις όπως χαρά και ενδιαφέρον και συμπεριφορές όπως η επιμονή, οι οποίες συνοδεύονται από συνεχή ανατροφοδότηση. Αν είναι καλά σχεδιασμένο το παιχνίδι, τότε η διαδικασία οδηγεί σε αυτενεργή

συνέχιση του παιχνιδιού και τελικά αυτή η εμπλοκή με το παιχνίδι οδηγεί στην επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων.



Σχήμα 2: Διδακτικό μοντέλο εκπαιδευτικού παιχνιδιού (Garris 2002)

Σύμφωνα με την Lieberman η διάθεση για παιχνίδι (playfulness) είναι ζητούμενο μέσα στην τάξη. Την ορίζει ως την χαρούμενη χωρίς έγνοιες διάθεση που συναντούμε ως αρετή του παιχνιδιού, πρώτα στις δραστηριότητες των μικρών παιδιών και μετέπειτα στο συνδυαστικό παιχνίδι που είναι απαραίτητο για τη φαντασία και τη δημιουργικότητα. Είναι μια συμπεριφορά που πάει πέρα από τα παιδικά χρόνια, και μέσω των συστατικών στοιχείων του χιούμορ, της εκδήλωσης χαράς και του αυθορμητισμού και έχει μεγάλες επιπτώσεις στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και στην επιλογή καριέρας (Lieberman 1977, xi). Μάλιστα κατασκεύασε δύο κλίμακες που μετρούν την παιχνιδιάρικη διάθεση των παιδιών του νηπιαγωγείου και των έφηβων (Lieberman 1977, p.157).

Συνολικά, το παιχνίδι συνιστά κατ' ουσίαν ένα πρόσφορο πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί ο καθηγητής να αλληλεπιδράσει με το μαθητή και να τον υποστηρίξει στη μάθηση (Cutter-MacKenzie 2014, p.21).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Παιχνίδια με κάρτες στη χημεία

2.1 Εισαγωγή

Οι περισσότεροι μαθητές αν ερωτηθούν για τη διδασκαλία της χημείας στο σχολείο τους μάλλον η λέξη παιχνίδι δε θα είναι η πρώτη που θα τους έρθει στο νου. Στη χώρα μας, ο προσανατολισμός του λυκείου προς τις πανελλαδικές και ο άτυπος ανταγωνισμός με τα φροντιστήρια αναγκάζει συχνά τον καθηγητή, σύμφωνα με την εμπειρία του γράφοντος, να προετοιμάσει τους μαθητές του με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, όπως η μετωπική διδασκαλία. Ο καθηγητής αναμένει από τους μαθητές να κρατήσουν σημειώσεις και να μάθουν τις πληροφορίες που τους δίνει. Ακόμα και τα πειράματα γίνονται υπό μορφή επίδειξης και είναι σαν συνταγές μαγειρικής (Kean, 1998, 470). Και βέβαια, αν αναπτύξουν αρνητική στάση για τη χημεία, είναι πιθανόν να απορρίψουν σχετικές δουλειές νωρίτερα από ότι θα έκαναν διαφορετικά (Anderman & Maehr, 1994).

Πολλοί διευθυντές και καθηγητές είναι διστακτικοί απέναντι σε δραστηριότητες με παιχνίδι στο μάθημα, το οποίο το βλέπουν ως «απλά παιχνίδι». Κι όμως, το κατά πόσο ένα παιδί θα θελήσει να αφιερώσει πολύ χρόνο στην ενασχόλησή του με ένα αντικείμενου εξαρτάται και από την ποιότητα της εμπειρίας του στο μάθημα. Το άθροισμα των μεμονωμένων στιγμών εμπειρίας έχει ως αποτέλεσμα, ανάλογα με την περίπτωση, τα συναισθήματα της ευχαρίστησης, της ανίας ή του άγχους. Ποιο από τα τρία θα κυριαρχήσει καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τη μελλοντική εμπλοκή του μαθητή (Csikszentmihalyi, 1997). Αναγνωρισμένοι επιστήμονες ανέπτυξαν το ταλέντο τους επειδή έκαναν δραστηριότητες που τους ευχαριστούσαν. Ο Galileo Galilei σχολίαζε ποσό διασκεδαστικό ήταν να στήνει τα πειράματα του. Ο Albert Michelson, ο πρώτος αμερικανός που πήρε Νόμπελ στη Φυσική, όταν ρωτήθηκε γιατί σε όλη του τη ζωή πειραματίζονταν με μετρήσεις τις ταχύτητας του φωτός, απάντησε «επειδή είχε πλάκα». Ο Francis Crick που ανακάλυψε τη διπλή έλικα επέλεξε τη «χαρά στην εργασία» ως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό υπεύθυνο για την επιτυχία του ανάμεσα σε 32 άλλα

χαρακτηριστικά όπως η ικανότητα, το βάθος της γνώσης κ.ά. (Csikszentmihalyi, ό.π., p.8). Δηλαδή, το παιχνίδι μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να δείξουν δημιουργικότητα και πρωτοπορία στη μελλοντική εργασία τους ως επιστήμονες (Berger, 2009, p.423).

Η επιστήμη και το παιχνίδι λοιπόν δεν ανήκουν σε διαφορετικούς κόσμους, δεν είναι στα δύο άκρα ενός συνεχούς. Χωρίς το παιχνίδι η επιστήμη δε μοιάζει ελκυστική για μάθηση (Wolfe et al, 1998 p.73). Βέβαια, ανάλογα με την ηλικία, το παιχνίδι στη χημεία παίρνει διαφορετικές μορφές. Τα πολύ μικρά παιδιά ενθουσιάζονται με μαγικούς ξαφνικούς μετασχηματισμούς διαλυμάτων. Σιγά- σιγά έπειτα τα παιδιά περνούν από πειράματα με οικιακά υλικά σε πιο συμβολικούς χειρισμούς και καταλήγουν στη κλασσική διδασκαλία της χημείας στην τάξη ή στο εργαστήριο. Όμως πάντα υπάρχει ένα «παιχνιδιάρικο» χαρακτηριστικό στη χημεία το οποίο βλέπει κάποιος σε δημόσιες παρουσιάσεις πειραμάτων και τον ενθουσιασμό που προκαλούν στο κοινό. Αυτό το χαρακτηριστικό όμως συνήθως δε μεταφέρεται στη διδασκαλία της χημείας στο γυμνάσιο, το λύκειο ή το πανεπιστήμιο αν και αρκετοί χημικοί εξακολουθούν και διατηρούν κομμάτια από αυτό το στοιχείο στη δουλειά τους (Kean, 1998, p.468).

Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, για να γίνει πιο «παιχνιδιάρικο» το μάθημα κάποιοι καθηγητές χρησιμοποιούν εκτός από χιούμορ, τη λογική κάποιων παιχνιδιών του εμπορίου, την οποία και την προσαρμόζουν κατάλληλα. Έτσι μια δραστηριότητα που δεν είναι παιχνίδι, μετατρέπεται σε παιχνίδι. Για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιήσουν το παιχνίδι των 20 ερωτήσεων (όπου ο ερωτώμενος απαντάει με ναι ή όχι) έτσι ώστε να καταλάβουν ποιο είναι ένα στοιχείο ή ένα εργαστηριακό όργανο (Koether, 2003). Ή μια παραλλαγή του παιδικού παιχνιδιού «Ποιος είμαι» όπου ένας μαθητής βάζει κάποια κάρτα στο κεφάλι του με μια χημική έννοια ή ονομασία και κάνει ερωτήσεις στους άλλους για να μαντέψει τη λέξη (Koether, 2003). Επίσης, όπως στο Taboo, να περιγράψει ένας μαθητής κάτι χωρίς να χρησιμοποιήσει κάποιες απαγορευμένες λέξεις (Carps, 2008) ή να ταιριάξει τα όργανα ενός εργαστηρίου με κάρτες έτσι ώστε να μάθει να τα αναγνωρίζει (Greengold, 2005). Επίσης μπορούν να κατασκευαστούν Sudoku με ονόματα ή σύμβολα στοιχείων ή χαρακτηριστικές ομάδες οργανικών ενώσεων (Crute & Myers,

2007) ή να χρησιμοποιηθούν ζάρια για να δείξουν τις αμφίδρομες αντιδράσεις (Edmonson & Lewis, 1999). Επίσης εγώ ο ίδιος έχω δοκιμάσει τέτοιες μεθόδους¹.

Η ενσωμάτωση παιχνιδιών στο μάθημα της χημείας παρέχει εν γένει τη δυνατότητα εφαρμογής εναλλακτικών μεθόδων διδασκαλίας, προάγει την ενεργητική μάθηση, ζωντανεύει τη διδασκαλία και διευκολύνει την απομνημόνευση (Kavak, 2012b). Επιπλέον τα παιχνίδια μπορούν να δράσουν ως αρωγοί των καθηγητών χημείας στην προσπάθεια τους να βοηθήσουν τους μαθητές να κάνουν συνδέσεις μεταξύ εννοιών, να εφαρμόσουν τη μέθοδο δοκιμής και λάθους αλλά και να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους (Rastegarpour and Marashi, 2012) ή να αποκτήσουν θετική στάση απέναντι στη χημεία και να μειωθεί το άγχος τους (Najdi, 2012).

Στη διεθνή βιβλιογραφία παρατηρείται ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση παιχνιδιών στη διδασκαλία της χημείας στο γυμνάσιο και το λύκειο. Υπάρχουν παιχνίδια ψηφιακά (παιχνίδια προσομοιώσεων, εικονικά εργαστήρια, κ.ά.) και μη ψηφιακά. Στη συνέχεια θα γίνει μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τα μη ψηφιακά και μάλιστα πιο εξειδικευμένα για τα επιτραπέζια παιχνίδια με κάρτες.

Ανάμεσα σε αυτά τα παιχνίδια με κάρτες, είναι και αυτά που έχουν δοκιμαστεί ανάμεσα σε άλλα στην διδασκαλία του περιοδικού πίνακα, τη γραφή χημικών τύπων και την εκμάθηση των χαρακτηριστικών ομάδων στην οργανική χημεία. Κάποια παιχνίδια κυκλοφορούν εμπορικά, ενώ έχει αναφερθεί και η διασκευή γνωστών επιτραπέζιων παιχνιδιών όπως το Taboo, το Bingo και το Jeopardy καθώς και δημοφιλών παιχνιδιών τράπουλας όπως το πόκερ.

¹ Αινίγματα και γρίφους για την εκμάθηση των ονομάτων των στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα, μπλε ιστορίες, παραλλαγή του παιχνιδιού Πεζ-Βρες, χρήση του android παιχνιδιού Quizdom, κ.ά

2.2 Εμπορικά παιχνίδια με κάρτες για τη χημεία

Ήδη από το 1929 υπάρχει κατάθεση ευρεσιτεχνίας για παιχνίδι με κάρτες όπου οι παίκτες συνδυάζουν κάρτες μετάλλων και αμέταλλων για να φτιάξουν ενώσεις (Brown 1929).

Το 1973 κυκλοφόρησε εμπορικά το παιχνίδι Formulon, το οποίο αποτελείται από 100 κάρτες, 78 εκ των οποίων αναπαριστούν άτομα ή ιόντα. Παίζεται όπως τα παιχνίδια ραμί (rummy), δηλαδή η λογική είναι να μαζέψουν ή να ξεφορτωθούν φύλλα σχηματίζοντας σετ καρτών με κατάλληλους συνδυασμούς. Στο συγκεκριμένο παιχνίδι νικητής είναι ο πρώτος που θα σχηματίσει σετ καρτών που όλες μαζί σχηματίζουν ένα χημικό τύπο (Ellington, 2000).

Το βραβευμένο παιχνίδι Periodic Quest περιλαμβάνει πέντε επιμέρους παιχνίδια με ταμπλό ή/και κάρτες, κάθε ένα από τα οποία είναι προσαρμογή γνωστών παιχνιδιών και αφορούν όλα τον περιοδικό πίνακα και τα στοιχεία. Τα παιχνίδια είναι διαφορετικής δυσκολίας, άλλα για παιδιά 8+ και άλλα για παιδιά ηλικίας 14+ (Periodic Quest, 2010).

Το παιχνίδι First Electronimoes αφορά σχηματισμό ιοντικών, ομοιοπολικών και μεταλλικών δεσμών και αποτελείται από στρογγυλές κάρτες που δείχνουν τον αριθμό των πρωτονίων και των ηλεκτρονίων. Η λογική παιξίματος μοιάζει με αυτήν του εμπορικού παιχνιδιού Uno. Σε μια παραλλαγή του, μέσα από μια σειρά γύρων, οι παίκτες φτιάχνουν μόρια για να κερδίσουν χρήματα, κάνουν χημικές αντιδράσεις και διασπούν ενώσεις ώστε να ισχυροποιήσουν τη θέση τους (Newdoll, 2011).

Το Elementary: The Chemistry Card Game, είναι για ηλικίες 10+ και διαρκεί 15min-1h. Το σενάριο του παιχνιδιού υπαγορεύει ότι μέσα σε 48 ώρες (που αντιστοιχούν σε 48 τετραγωνίδια σε ένα ταμπλό) θα πρέπει οι παίκτες μέσα σε ένα εργαστήριο να προλάβουν να παρασκευάσουν όσες περισσότερες χημικές ενώσεις μπορούν, πριν να καεί το εργαστήριο. Δε χρειάζονται γνώσεις χημείας αλλά βοηθάει στην εξοικείωση με το σχηματισμό χημικών ενώσεων από τα άτομα που τις αποτελούν (Kagan, 2014).

Το παιχνίδι Ion: A Compound Building Game παίζεται με 3-4 άτομα ηλικίας 8+ και οι μαθητές έχουν να διαχειριστούν κάρτες ιόντων για να

σχηματίσουν ετεροπολικούς δεσμούς. Κερδίζουν πόντους ανάλογα με τις ενώσεις που καταφέρνουν να σχηματίσουν και τον αριθμό των καρτών ευγενών αερίων που συλλέγουν (Coveyou, 2015).

Στο Compounded, οι παίκτες αναλαμβάνουν το ρόλο των διευθυντών εργαστηρίου όπου πρέπει να δημιουργήσουν όσες περισσότερες ενώσεις μπορούν πριν από τους άλλους ή πριν να καταστραφεί το εργαστήριο από μια υποθετική έκρηξη. Κάποια προϊόντα είναι εύφλεκτα και άλλα είναι ασταθή. Χρησιμοποιούν κάρτες διαφορετικού μεγέθους οι οποίες απεικονίζουν συντακτικούς τύπους και όργανα εργαστηρίου. Παίζεται με 2-5 παίκτες, ηλικίας 13+. Ο σχεδιασμός έγινε σε συνεργασία με το UNPUB, ένα δίκτυο σχεδιαστών, εκδοτών, παιχτών και εμπόρων παιχνιδιών οι οποίοι δοκιμάζουν παιχνίδια πριν την κυκλοφορία τους και τα βελτιώνουν (Harrison, 2013). Ο δημιουργός Darell Louder, προώθησε το πρότζεκτ του στο Kickstarter όπου μάζεψε \$139.358 μέχρι σήμερα, ενώ συνεχίζει να σχεδιάζει προεκτάσεις του παιχνιδιού (Louder, 2013).

Την πλατφόρμα Kickstarter χρησιμοποίησαν και οι σχεδιαστές του Molecules. Το Molecules είναι ένα παιχνίδι για 2-4 παίκτες ηλικίας 12+. Τυχαία επιλεγμένες κάρτες δίνουν στους παίκτες ένα μόριο-στόχο, ανόργανο ή οργανικό όπως για παράδειγμα διοξείδιο του άνθρακα. Οι παίκτες τραβώντας κάρτες ατόμων προσπαθούν να σχηματίσουν το μόριο-στόχο. Ολοκληρώνεται σε 30-40 λεπτά, ενώ οι παίκτες συναντούν τις έννοιες σθένος, κανόνας της οκτάδας, μοριακή γεωμετρία, κ.ά. (Dulek, 2016).

Από την ίδια εταιρία είναι ακόμα δυο παιχνίδια, το Chemistry: An Atom Building Game (Dulec, 2011), το Meltdown (Dulek, 2012) και το eleMENTALS. Το πρώτο παίζεται με 2-4 παίκτες ηλικίας 14+ και περιλαμβάνει συνολικά 175 κάρτες διαφόρων τύπων. Οι παίκτες απαντούν ερωτήσεις για να κερδίσουν «πόντους κουάρκ» οι οποίοι μετατρέπονται σε πρωτόνια και ηλεκτρόνια. Στο δεύτερο, οι παίκτες παίρνουν το ρόλο εργαζομένων σε πυρηνικό σταθμό, π.χ. τεχνικός βάρδιας ή πυρηνικός επιστήμονας. Απαντώντας σε ερωτήσεις κερδίζουν ράβδους ελέγχου και προσπαθούν να αποτρέψουν το λιώσιμο του αντιδραστήρα που επίκειται λόγω αλυσιδωτής αντίδρασης σχάσης πυρήνων. Για να κερδίσουν πρέπει να συνεργαστούν και να χρησιμοποιήσουν γνώσεις που έχουν αποκτήσει στην

τάξη (Dulek, 2012). Τέλος, στο eleMENTALS, οι παίκτες χρησιμοποιούν κατάλληλα τις κάρτες στοιχείων τους ανάλογα με την περίοδο και την ομάδα που ανήκουν, τον ατομικό αριθμό, κ.ά. Η ίδια εταιρία έχει κυκλοφορήσει και δύο προϊόντα με μαγνητικές κάρτες, το Chemical Nomenclature Cards και το Magnetic Periodic Table Investigation (AMEP, 2017).

Στο Elementeo (Samar, 2012) τα στοιχεία έχουν τις δικές τους προσωπικότητες, για παράδειγμα το οξυγόνο γίνεται Δότης Ζωής, το Ιώδιο γίνεται Γοργόνα, κ.τ.λ. και αλληλεπιδρούν ανάλογα με τους αριθμούς οξείδωσης και τις ιδιότητες τους. Κάθε στοιχείο έχει ξεχωριστές ικανότητες, π.χ. το οξυγόνο μπορεί να κάνει μέταλλα να σκουριάσουν. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε από τον Anshul Samar όταν φοιτούσε στην ΣΤ' Δημοτικού και έπειτα στο γυμνάσιο, όπου και φαντάστηκε τα στοιχεία ως οντότητες με προσωπικότητα και ξεκίνησε να επινοεί τα χόμπι, τα συναισθήματα και τις παραξενιές τους. Μέχρι να πάει στην Γ' Γυμνασίου, το παιχνίδι είχε πουλήσει 5.000 κομμάτια σε εμπορικά μαγαζιά και στο διαδίκτυο. Υπάρχει πλέον και ως εφαρμογή για κινητά iPhone.

Στο Science Ninjas:Valence, με 2 ως 5 παίκτες ηλικίας 8+, οι κάρτες απεικονίζουν στοιχεία με τους αριθμούς οξείδωσής τους που δείχνουν πόσα ηλεκτρόνια πρέπει να πάρουν ή να χάσουν για να αποκτήσουν πλήρη εξωτερική στιβάδα. Αν το άθροισμα τους κάνει μηδέν τότε έχουν φτιάξει με επιτυχία ένα μόριο. Κάποια μόρια/ενώσεις μπορούν να «επιτεθούν» σε άλλα, για παράδειγμα οι βάσεις στα οξέα ή το νερό να επιτεθεί στα καρβονύλια (Schreiber, 2015).

Στο Chemistry Fluxx έχουμε κάρτες με τα στοιχεία με χρώμα που είναι διαφορετικό για κάθε ομάδα του περιοδικού πίνακα και πρέπει να ταιριάζουν κάρτες με σκοπό να επιτύχουν «στόχους». Παίζεται με 2-6 παίκτες ηλικίας 8+ (Looney, 2017).

Το Elemons είναι ένα παιχνίδι με εντυπωσιακές γραφιστικά κάρτες στοιχείων το οποίο χρησιμοποιεί χαρακτήρες καρτούν που ονομάζονται Elemons με σκοπό να διδάξει χημικές έννοιες όπως οι φυσικές καταστάσεις της ύλης. Παίζεται με 2 παίκτες ηλικίας 6+ (Cappel & Munro, 2013).

Τέλος, τα τελευταία χρόνια έχουν κατατεθεί στην Υπηρεσία Ευρεσιτεχνιών των ΗΠΑ παιχνίδια όπως αυτό για τον περιοδικό πίνακα και τα στοιχεία του (Pullyassary, 2014), ένα παιχνίδι πολέμου με χημικές κάρτες που κινούνται σε διαδρομές σε ένα ταμπλό (Samar, 2008), ή ένα άλλο για την ονοματολογία ανόργανων ενώσεων (Lodriche, 2013).

Στην Ελλάδα, ενώ κυκλοφορούν παιχνίδια στο εμπόριο που αφορούν πειράματα που μπορούν να κάνουν μικρά παιδιά στο σπίτι, υπάρχει μόνο ένα επιτραπέζιο με κάρτες, το οποίο είναι ξένο και έχει μεταφραστεί στα ελληνικά. Λέγεται «Αλχημείες», και πρόκειται για το παιχνίδι Wrong Chemistry (Cimino, 2012). Περιέχει 54 κάρτες στοιχείων και ένα μεταβλητό ταμπλό. Οι παίκτες αλλάζουν μόρια στο τραπέζι σε μια προσπάθεια να δημιουργήσουν νέα μόρια και να κερδίσουν πόντους. Έχει αναφορές σε πραγματικά στοιχεία αλλά δεν προϋποθέτει γνώσεις χημείας για να το παίξει κάποιος. Είναι για 2-4 παίκτες ηλικίας 8+.

2.3 Μη εμπορικά παιχνίδια με κάρτες στη χημεία

Στο Chem-Deck δίνονται στους μαθητές κάρτες με τους συμβολισμούς και τις ονομασίες μονοατομικών και πολυατομικών κατιόντων και ανιόντων, καθώς και κάρτες με έναν αριθμό-δείκτη που πρέπει να τοποθετήσουν στο κατάλληλο τμήμα της χημικής ένωσης. Είναι μια παραλλαγή του πόκερ, όπου κερδίζει ο μαθητής που θα φτιάξει την ένωση με το μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτιωμένα αποτελέσματα στις ομάδες που έπαιξαν το παιχνίδι (Shermann & Sherman, 1980).

Στο παιχνίδι ChemOkey που μοιάζει με το εμπορικό παιχνίδι Rummikub, χρησιμοποιούνται πλαστικές ή ξύλινες κάρτες με σύμβολα και ονομασίες μονοατομικών και πολυατομικών κατιόντων και ανιόντων. Ο μαθητής πρέπει να φτιάξει σερ από τέτοιες κάρτες που θα αναπαριστούν χημικούς τύπους ενώσεων με τις σωστές ονομασίες τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική στατιστικά διαφορά μεταξύ των παιδιών που έπαιξαν το παιχνίδι και αυτών που έκαναν απλά ασκήσεις (Kavak, 2012a).

Το παιχνίδι Acid-Base Poker μοιάζει με το παιχνίδι πόκερ που λέγεται Texas Hold'em. Οι κούπες, τα καρό, τα σπαθιά και τα μπαστούνια,

αντιπροσωπεύουν τις κατηγορίες των ασθενών και ισχυρών οξέων και των ασθενών και ισχυρών βάσεων. Αντί για την ακολουθία 1-2-3...-ντάμα-ρήγας, έχουν χημικές ενώσεις κατά αυξανόμενη ισχύ, όπως καθορίζεται από τις σταθερές ιοντισμού K_a και K_b . Επίσης υπάρχουν κάρτες με ιόντα αλλά και καθημερινά υλικά (Zhang, 2017).

Δύο παιχνίδια τουλάχιστον έχουν σχεδιαστεί πάνω στη λογική του Bingo. Στο ένα, οι μαθητές λαμβάνουν έναν πίνακα 5x5 με ονομασίες οργανικών ενώσεων και προσπαθούν να κάνουν αντιστοιχίσεις με ένα συντακτικό τύπο που προβάλλεται κάθε φορά στον προτζέκτορα (Crute, 2000). Στο δεύτερο, κάθε κάρτα έχει το όνομα, το σύμβολο και την ηλεκτρονιακή δομή της εξωτερικής στιβάδας, ενώ στο πίσω μέρος δίνονται 2-3 φυσικές ιδιότητες. Κάθε παίχτης ή ομάδα πρέπει να βάλει όλα τα χαρτιά του σε ένα ειδικό ταμπλό του περιοδικού πίνακα, ανάλογα με την δομή της εξωτερικής στιβάδας (Tejada & Palcios, 1995).

Το ChemMed είναι ένα παιχνίδι με 117 κάρτες που μοιάζει με το δημοφιλές παιχνίδι UNO. Τα παιδιά πρέπει να ταιριάζουν κάρτες με βάση την ομάδα και την περίοδο που ανήκουν. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το παιχνίδι μπορεί να βοηθήσει τη μάθηση των στοιχείων του περιοδικού πίνακα και των ιδιοτήτων τους (Centelles & Magnieto, 2014).

Στο ChemPoker υπάρχουν 52 κάρτες που αναγράφουν ατομικό αριθμό, ατομική μάζα, ηλεκτραρνητικότητα, πυκνότητα, σημείο ζέσεως και τήξεως, ακτίνα και ηλεκτρονιακή δομή. Οι παίκτες ποντάρουν με μάρκες όπως στο πόκερ, για παράδειγμα κερδίζει κάποιος που έχει 5 κάρτες που ανήκουν στην ίδια περίοδο. Σύμφωνα με την έρευνα, οι μαθητές βρήκαν διασκεδαστική τη δραστηριότητα με το παιχνίδι (Kavak, 2012b).

Στο Chemistry Taboo ένας παίχτης καλείται να περιγράψει στους συμπαίκτες του μια λέξη από την ύλη της χημείας δίχως να χρησιμοποιήσει τις «απαγορευμένες» λέξεις που υπάρχουν στην κάρτα του, για παράδειγμα να περιγράψει τη λέξη μέταλλο χωρίς να πει τις λέξεις «όλκιμο», «ελατό», «αγωγός» (Karps, 2008).

Το παιχνίδι Elements είναι ένα παιχνίδι ονοματολογίας. Κάθε παίχτης πρέπει να ξεφορτωθεί όσες περισσότερες κάρτες ταιριάζοντας το όνομα του στοιχείου με το σύμβολο του (Sevcik et al, 2008).

Σε ένα διαφορετικό παιχνίδι για τις χαρακτηριστικές ομάδες στην οργανική χημεία, οι κούπες, τα καρό, τα μπαστούνια και τα σπαθιά έχουν αντικατασταθεί από τέσσερις αναπαραστάσεις χαρακτηριστικών ομάδων. Τα παιδιά εξασκούνται παίζοντας παιχνίδια που θα έπαιζαν και με κανονική τράπουλα (Welsh 2003).

Στο παιχνίδι Families of Chemical Elements Game τα παιδιά παίζουν σε ομάδες με μια ζωγραφισμένη τράπουλα 45 καρτών όπου νικητής αναδεικνύεται αυτός που θα μαζέψει περισσότερα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα (Mariscal et al, 2012).

Το παιχνίδι Element Cycles είναι μια δραστηριότητα για την κατανόηση των βιογεωχημικών κύκλων των στοιχείων. Οι μαθητές μελετούν πρώτα δεδομένα για τα στοιχεία που υπάρχουν στη γη (C,N,S,P) κάνοντας βιβλιογραφική έρευνα μόνοι τους είτε στο σχολείο είτε στο σπίτι. Στη συνέχεια παίζουν το παιχνίδι όπου ανάλογα με τις κάρτες που τραβάνε πρέπει να απαντούν σε ερωτήσεις και να προχωρούν τα πιόνια τους σε ένα ταμπλό. Δοκιμάστηκε σε τμήματα της Β' Λυκείου και οι βαθμοί των παιδιών πριν και μετά τη δραστηριότητα βελτιώθηκαν (Pippins et al, 2011).

Το Elemental Periodica, Compoundica, and Groupica είναι ένα σετ τριών παιχνιδιών που επικεντρώνουν σε θέματα όπως οι θέσεις των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα, οι ιδιότητες τους, αλλά και ενώσεις τους που συναντά κανείς στην καθημερινή ζωή. Δοκιμάστηκε σε 250 μαθητές Λυκείου κατά τη διάρκεια ενός διήμερου παιχνιδιών χημείας και τόσο οι μαθητές όσο και οι καθηγητές συμφώνησαν πως συνέβαλε στην κατανόηση και πως είναι ένας διασκεδαστικός τρόπος μάθησης (Bayir, 2014).

Στο Go Chemistry κάθε ομάδα παίρνει μια τράπουλα που στη μια πλευρά αναγράφεται ο χημικός συμβολισμός και η σχετική ατομική/μοριακή μάζα ενός μονοατομικού ή πολυατομικού ιόντος. Κάθε παίχτης πρέπει να συνδυάσει σωστά τα χαρτιά ώστε να φτιάξει το χημικό τύπο μιας ένωσης και

κερδίζει αυτός που φτιάχνει ενώσεις με μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα (Morris, 2011).

Τα τελευταία δέκα χρόνια αυξάνεται και ο αριθμός των πανεπιστημίων και των κολλεγίων που εφαρμόζουν παιχνίδια με κάρτες με τους φοιτητές τους. Για παράδειγμα στη δράση των χαρακτηριστικών ομάδων στην οργανική χημεία (Akkuzu & Uyulgan, 2016 και Knudtson, 2015), στη διάκριση των αντιδράσεων απόσπασης και αντικατάστασης στα αλκυλαλογονίδια (Gogal et al, 2017), στη δομή των υδατανθράκων (Costa 2007), στις αντιδράσεις στην οργανική χημεία (Pieroni et al, 2000) στην ενθαλπία αντίδρασης και τις δομές Lewis (Bell et al, 2009), στην οργανική σύνθεση (Farmer, 2016). Περισσότερα αναφέρουν οι Samide & Wilson (2014).

Για παράδειγμα, το Retrosynthetic Rummy που είναι μια παραλλαγή του παιχνιδιού τράπουλας ραμί, οι παίκτες συλλέγουν κάρτες που είναι μέρος μιας συνθετικής διαδικασίας στην οργανική χημεία. Χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο επανάληψης στην οργανική χημεία στους τριτοετείς και τεταρτοετείς φοιτητές στο Τμήμα Μοριακής Βιολογίας και Χημείας στη Βιρτζίνια των ΗΠΑ (Carney, 2015). Σε πρωτοετείς φοιτητές δοκιμάστηκε το Cheminoes όπου οι παίκτες χρησιμοποιώντας κάρτες προσπαθούν να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες χημικό στοιχείο, σθένος και ατομικός αριθμός (Moreno et al, 2014).

Στην Ελλάδα βρέθηκε μόνο μια αναφορά για επιτραπέζιο μη εμπορικό παιχνίδι χημείας. Λέγεται «Ένα δείπνο στη Χημικούπολη - Ένα επιτραπέζιο παιχνίδι γνώσεων με θέμα βασικές έννοιες της χημείας» και είναι ένα παιχνίδι γνώσεων και κριτικής ικανότητας με σκοπό την εμπέδωση της ύλης της χημείας του λυκείου. Το δημιούργησαν η Ευδοκία Πατσιλινάκου και οι μαθητές της Β' Λυκείου στο Αρσάκειο Λύκειο Ψυχικού και συμμετείχε σε ευρωπαϊκό διαγωνισμό Κατασκευών και Πειραμάτων (Φιλεκπαιδευτική Εταιρία, 2014).

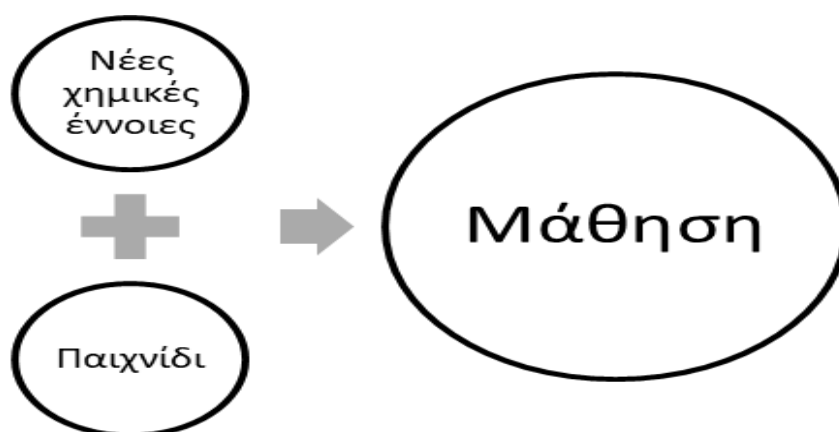
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σχεδιασμός των (Chem)₄mula, ValenShells και memOrganic

3.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού

Όταν επιθυμεί ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει παιχνίδια στην τάξη θα πρέπει να εκτιμήσει σωστά όλη την απαιτούμενη προετοιμασία. Απαιτείται πολύς χρόνος, προσπάθεια και υλικά, ιδίως για παιχνίδια επιτραπέζια. Παλιότερα τα εκπαιδευτικά παιχνίδια έμοιαζαν με το trivial pursuit ή απλά μετακινούνταν πιόνια σε ένα ταμπλό. Τα επιτραπέζια εκπαιδευτικά παιχνίδια που σχεδιάζονται σήμερα ενθαρρύνουν τους παίκτες να σκεφτούν βαθιά πάνω στις έννοιες, αν και μερικές φορές πρέπει να γίνουν συμβιβασμοί μεταξύ απλότητας και ακρίβειας (Kwok 2017).

Στην παρούσα εργασία, σχεδιάστηκαν τρία παιχνίδια με κάρτες, δύο για την Α' Λυκείου και ένα για τη Β' Λυκείου. Σε αντίθεση με τα παιχνίδια που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (βλ. Κεφάλαιο 2) και που χρησιμοποιούνται ως εργαλεία εμπέδωσης ή αξιολόγησης, τα τρία αυτά παιχνίδια σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να αποτελέσουν εργαλεία εισαγωγής χημικών εννοιών που δεν έχουν ακόμα διδαχτεί οι μαθητές, όπως φαίνεται στο σχήμα 3:



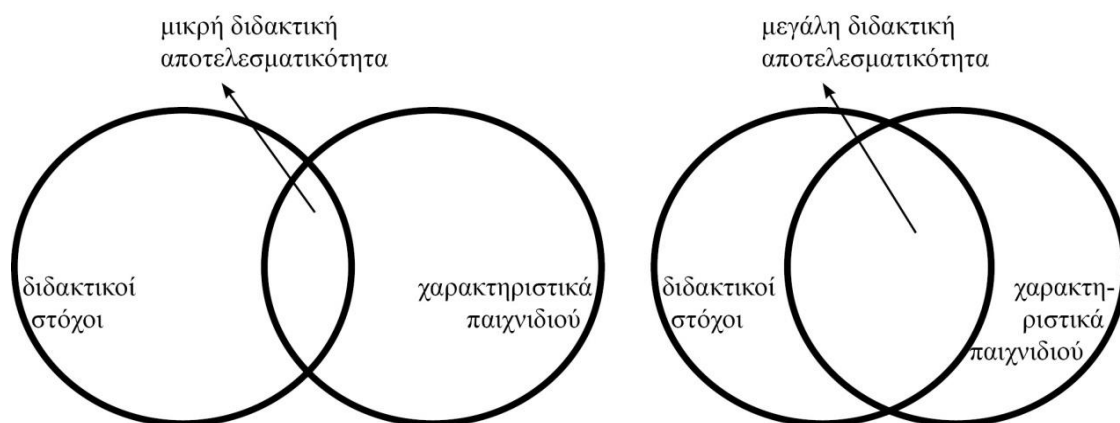
Σχήμα 3: Διδασκαλία νέων εννοιών με το παιχνίδι

Κατά το σχεδιασμό των παιχνιδιών έγινε προσπάθεια σε κάθε παιχνίδι να τηρούνται οι εξής **προϋποθέσεις**:

- το εκπαιδευτικό υλικό να ενσωματώνεται στον πυρήνα του παιχνιδιού, στο φαντασιακό του πλαίσιο

- να εισάγει καινούριες έννοιες και όχι να ελέγχει ήδη αποκτηθείσες γνώσεις
- να ανταποκρίνεται στους διδακτικούς στόχους της συγκεκριμένης ενότητας της χημείας
- να μπορεί να παιχτεί από 4 ή 5 παίχτες
- να μπορεί να ολοκληρωθεί σε μία ή δύο διδακτικές ώρες
- οι στόχοι του παιχνιδιού να είναι ξεκάθαροι αλλά όχι εύκολα επιτεύξιμοι
- η νίκη να μην είναι μόνο θέμα τύχης
- οι κανόνες να είναι σαφείς και απλοί
- να περιλαμβάνονται δραστηριότητες ταξινόμησης/κατηγοριοποίησης καρτών
- οι κάρτες, το ταμπλό και η συσκευασία να είναι ελκυστικά αισθητικά
- το κόστος παραγωγής να μην υπερβαίνει για κάθε παιχνίδι τα 50 ευρώ

Η πρώτη προϋπόθεση είναι πολύ σημαντική. Θα πρέπει να υπάρχει αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των χαρακτηριστικών στοιχείων (attributes) του παιχνιδιού και των μαθησιακών στόχων, δηλαδή να υπάρχει **εσωτερική ενσωμάτωση** του εκπαιδευτικού υλικού στο φανταστικό πλαίσιο του παιχνιδιού. Σύμφωνα με τη Habgood (2011), το υλικό προς εκμάθηση πρέπει να είναι ενσωματωμένο στο περιβάλλον του παιχνιδιού και στις αλληλεπιδράσεις του παίχτη μαζί του, δίνοντας μια εξωτερική αναπαράσταση του υλικού προς εκμάθηση το οποίο εξερευνάται δια μέσου του παιχνιδιού αυτού καθ' αυτού. Παιχνίδια με εσωτερική ενσωμάτωση παρέχουν το υλικό προς εκμάθηση κατά τη διάρκεια των πιο διασκεδαστικών κομματιών του παιχνιδιού. Οι Wilson et al (2009) περιγράφουν την εσωτερική ενσωμάτωση ως αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των χαρακτηριστικών στοιχείων (attributes) του παιχνιδιού και των μαθησιακών στόχων όπως φαίνεται στο σχήμα 4, ενώ θεωρούν πως είναι καθοριστική για τη διδακτική αποτελεσματικότητα.



Σχήμα 4: Αλληλεπικάλυψη διδακτικών στόχων και χαρακτηριστικών στοιχείων του παιχνιδιού (Wilson et al, 2009)

Μια επιτυχημένη ενσωμάτωση κινητοποιεί και εμπλέκει αποτελεσματικότερα το μαθητή στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο του παιχνιδιού, ενώ τον διατηρεί σε κατάσταση ροής (Habgood, 2005, p.174). Επίσης είναι σημαντική η ενσωμάτωση του μαθησιακού περιεχομένου (τι πρέπει να κάνει ο μαθητής και πως, τι ανατροφοδότηση παίρνει) μέσα στην κεντρική αναπαραστατική δομή του παιχνιδιού. Πολλές έρευνες δείχνουν ότι κατάλληλες αναπαραστάσεις μπορούν να ενισχύσουν τη μάθηση (Scaife & Rogers, 1996).

Η εσωτερική ενσωμάτωση μπορεί να είναι ενδογενής ή σχετική:

- *Ενδογενής*: Ο αποδοτικότερος τρόπος σχεδίασης ενός παιχνιδιού μάθησης είναι όταν το σενάριο του παιχνιδιού ενεργοποιεί αβίαστα τον μηχανισμό μάθησης, δηλαδή τα στοιχεία μάθησης ξεπηδούν άμεσα από το σενάριο, και προωθούν ουσιαστικά την εξέλιξη του παιχνιδιού. Αυτό σημαίνει πως ο μαθητής-παίκτης ενεργοποιεί τις απαραίτητες γνωστικές διεργασίες μάθησης, γιατί αισθάνεται πως έτσι θα παίξει το παιχνίδι με επιτυχία και όχι γιατί πρέπει να μάθει κάτι ξένο σε σχέση με το παιχνίδι.

- *Σχετική*: Σε πολλά παιχνίδια τα στοιχεία μάθησης επηρεάζουν την εξέλιξη του παιχνιδιού (π.χ. τη θέση του παίκτη στον πίνακα του παιχνιδιού), είναι επομένως σχετικά με το σενάριο, χωρίς όμως να είναι καλά ενσωματωμένα και να ξεπηδούν από το σενάριο όπως στην προηγούμενη περίπτωση. Για παράδειγμα στο ψηφιακό παιχνίδι «MathBlast», ο παίκτης

καλείται να εκτελέσει σωστά αριθμητικές πράξεις και να επιλέξει τη σωστή απάντηση που είναι γραμμένη πάνω σε κινούμενα αντικείμενα που βλέπει στην οθόνη. Εδώ ο μηχανισμός μάθησης δεν ενσωματώνεται στο σενάριο του παιχνιδιού. Θα μπορούσαν οι αριθμητικές πράξεις να αντικατασταθούν από λέξεις που θα τους λείπουν γράμματα, χωρίς να επηρεαστεί τα φανταστικό πλαίσιο του παιχνιδιού (Habgood, 2011).

Πριν από το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών παιχνιδιών, μελετήθηκαν θεωρίες μάθησης και ψυχολογικές θεωρίες (βλ. 3.2.5) με σκοπό τη διερεύνηση της εφαρμογής αρχών τους στο σχεδιασμό των παιχνιδιών. Οι τρεις κυριότερες είναι:

(i) η θεωρία των **εσωτερικών κινήτρων**

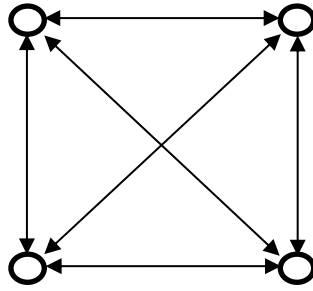
(ii) ο **κοινωνικός εποικοδομητισμός** του Vygotsky

(iii) η **θεωρία ροής** του Csikszentmihalyi

Ως **στρατηγική διδασκαλίας** επιλέχθηκε η εργασία σε ομάδες, αφού όλα τα παιχνίδια που σχεδιάστηκαν είναι για περισσότερους από έναν παίκτες. Μάλιστα κάθε παιχνίδι σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να παιχτεί από 4-5 παίκτες με βάση τα παρακάτω δύο κριτήρια:

- οι ομάδες των τεσσάρων μαθητών θεωρούνται ιδανικές διότι εξασφαλίζεται ότι θα υπάρχουν αρκετές αλληλεπιδράσεις και προτάσεις εντός της ομάδας, ενώ ταυτόχρονα δεν έχει τα μειονεκτήματα των πολυπληθών ομάδων, δηλαδή πιο χρονοβόρες διαδικασίες και μικρότερη ενεργή συμμετοχή από όλους (Ματσαγγούρας 2000, σελ.87). Στην ομάδα των τεσσάρων μελών έχουμε οκταπλό πλέγμα επικοινωνίας όπως φαίνεται στο σχήμα 5.

- αν υπάρχουν περισσότεροι από 4-5 παίκτες, σημαίνει ότι αυξάνει ο χρόνος αναμονής για κάθε παίκτη μέχρι να ξαναπαίξει, το οποίο μπορεί να τον κάνει να βαρεθεί ή να χάσει το ενδιαφέρον του με κίνδυνο να θελήσει να αλληλεπιδράσει με μέλη άλλων ομάδων, παρενοχλώντας έτσι το παιχνίδι τους. Αν οι παίκτες πάλι είναι δύο με τρεις, τότε αυξάνει το κόστος των υλικών του παιχνιδιού αφού θα υπάρχουν περισσότερες ομάδες και θα χρειαστούν περισσότερες τράπουλες ή ταμπλό.



**Σχήμα 5: Πλέγμα λεκτικής επικοινωνίας
σε ομάδα 4 μελών**

3.2 Στάδια σχεδιασμού των τριών παιχνιδιών

1. Βιβλιογραφική έρευνα για παιχνίδια με κάρτες στη Χημεία	• σε ποιες ενότητες/τάξεις έχουν δοκιμαστεί; • τί διαφορές στα μαθησιακά αποτελέσματα υπήρξαν;
2. Επιλογή ενοτήτων της Χημείας που θα διδαχθούν μέσω του παιχνιδιού	• ποιες έννοιες δυσκολεύουν τους μαθητές ή τους οδηγούν σε παρανοήσεις; • είναι εφικτό να δημιουργηθεί παιχνίδι που θα τις ενσωματώνει;
3. Βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα για τα χαρακτηριστικά αρχιτεκτονικής των παιχνιδιών	• ποιες είναι οι βασικές αρχές δημιουργίας παιχνιδιών; • ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός επιτυχημένου παιχνιδιού;
4. Συσχετισμός με θεωρίες μάθησης	• ποιες παιδαγωγικές αρχές, θεωρίες μάθησης και στρατηγικές διδασκαλίας μπορούν να ενσωματωθούν στο παιχνίδι;
5. Δοκιμή παιχνιδιών του εμπορίου με κάρτες	• υπάρχουν παιχνίδια του εμπορίου των οποίων η κεντρική αρχιτεκτονική λογική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να σχεδιαστούν εκπαιδευτικά παιχνίδια;
6. Δημιουργία υλικού και δοκιμή	• δοκιμή παιχνιδιού από τρίτους • εκπληρώνει τους διδακτικούς στόχους; • πώς θα είναι γραφιστικά το παιχνίδι (χρώματα/σχήματα/ποιότητα); • ποιο το οικονομικό κόστος;

Σχήμα 6: Βήματα για το σχεδιασμό των τριών παιχνιδιών

3.2.1 Βιβλιογραφική έρευνα για παιχνίδια με κάρτες στη χημεία

Περιγράφεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2.

3.2.2 Επιλογή ενοτήτων της χημείας που θα διδαχθούν με παιχνίδια

Πολλές φορές, ο καθηγητής βρίσκεται προ εκπλήξεως. Θεωρεί ότι έχει παρουσιάσει ένα θέμα αναλυτικά και με σαφήνεια, έχει επιμείνει να το εξηγήσει, οι μαθητές φαίνεται να το καταλαβαίνουν αλλά στα γραπτά τεστ αποτυγχάνουν. Ένας λόγος μπορεί να είναι γιατί οι καθηγητές κάνουν συνειδητές και ασυνειδητες υποθέσεις για το πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι (Bransford et al 2005, p.41). Επίσης, συχνά ένας τρόπος παρουσίασης ενός θέματος μπορεί να φαντάζει λογικός και σαφής στα μάτια ενός ειδικού, αλλά να δημιουργεί σύγχυση και παρανοήσεις στο μαθητή (Taber 2009, p.79).

Τα παραπάνω έχει παρατηρήσει και ο γράφων κατά τη διδασκαλία και αξιολόγηση ορισμένων ενοτήτων στη χημεία του λυκείου. Δύο από αυτές τις ενότητες είναι ο χημικός δεσμός και η ονοματολογία των ανοργάνων ενώσεων στην Α' Λυκείου, για τις οποίες επιλέχθηκε να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί παιχνίδι με κάρτες στην τάξη. Το βασικό κριτήριο για την επιλογή των ενοτήτων για διδασκαλία με παιχνίδια, ήταν να σχεδιαστεί παιχνίδι που θα μπορεί να εκπληρώνει στους εκάστοτε διδακτικούς στόχους. Με άλλα λόγια θα πρέπει να σκεφτεί ο εκπαιδευτικός/σχεδιαστής εάν το συγκεκριμένο παιχνίδι είναι κατάλληλο για τους διδακτικούς στόχους της ενότητας και να μελετηθεί η ενότητα ως προς το περιεχόμενο και τη δυσκολία της. Για παράδειγμα, για να γνωρίσουν απλά όρους στη χημεία, μια αναζήτηση λέξεων είναι χρήσιμο παιχνίδι, όμως για να μάθουν ορισμούς καλύτερο είναι ένα σταυρόλεξο (Crute, 2010 p.268). Επίσης στην Α' Λυκείου τα υπολογιστικά κομμάτια του 4^{ου} Κεφαλαίου (mol, Mr, συγκέντρωση) φαντάζουν δύσκολα να εισαχθούν μέσα από ένα παιχνίδι.

3.2.2.1 Χημικός δεσμός

Ο χημικός δεσμός είναι μια από τις σημαντικότερες χημικές έννοιες που πρέπει να διδάσκονται στη δευτεροβάθμια (Gillespie 1997) ενώ και από τους ίδιους τους καθηγητές θεωρείται μια πολύ σύνθετη έννοια (Levy Nahum 2007). Ένας χημικός τύπος είναι μια μεταφορά, ένα μοντέλο, μια θεωρητική

κατασκευή. Είναι εν μέρει καθαρή φαντασία και εν μέρει η εξήγησή του βασίζεται σε κάποια λογική. Είναι μια προσπάθεια να αναπαραστήσει κάποιος το πραγματικό χρησιμοποιώντας σύμβολα (Hoffman & Laszlo 1991). Επιπλέον, η καλή κατανόηση της έννοιας του χημικού δεσμού συμβάλλει στη συστηματοποίηση της χημικής γνώσης ενώ συντελεί και στην κατανόηση εννοιών από τη Βιολογία όπως DNA, πρωτεΐνες, κ.τ.λ. (Nahum et al 2013, p.373).

Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών της Χημείας στο Λύκειο (ΦΕΚ 183/23-1-2015 τ.Β, 2015), ο χημικός δεσμός διδάσκεται στην Α' Λυκείου με προτεινόμενο χρόνο διδασκαλίας τις έξι ώρες. Ο σχεδιασμός του παιχνιδιού ValenShells ήταν προσανατολισμένος έτσι ώστε να εκπληρωθούν οι παρακάτω διδακτικοί στόχοι από τους μαθητές:

- να κατανοούν και να εφαρμόζουν τον κανόνα της οκτάδας για μέταλλα και αμέταλλα
- να γράφουν τους ηλεκτρονικούς τύπους απλών ετεροπολικών ενώσεων, όταν τους δοθούν τα σύμβολα των στοιχείων με τους ατομικούς τους αριθμούς
- να γράφουν τους ηλεκτρονιακούς τύπους διμερών ομοιοπολικών ενώσεων, όταν τους δοθούν τα σύμβολα των στοιχείων με τους ατομικούς τους αριθμούς

Προαπαιτούμενη γνώση είναι ο μέθοδος κατανομής των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

3.2.2.2 Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων

Αν τα γλωσσικά στοιχεία του χημικού συμβολισμού μπορούν να θεωρηθούν ως ένα «αλφάβητο», τότε οι κανόνες που διέπουν το συνδυασμό των στοιχειωδών συμβόλων σε χημικούς τύπους (π.χ. αριθμός οξείδωσης, σθένος) συνιστούν τη «χημική ορθογραφία» (Σάλτα 2011, σελ.72). Στη χημική γλώσσα, οι λέξεις είναι οι συμβολισμοί των ουσιών, όπως NaCl, MgO. Αυτές οι «λέξεις» αποτελούνται από «γράμματα», τα οποία είναι τα σύμβολα των χημικών στοιχείων, όπως Na, Mg, Cl, O. Όταν μαθαίνει ένα παιδί μια γλώσσα, έχει αρκετό χρόνο για να εξοικειωθεί με τα σύμβολα των ήχων της γλώσσας (τα γράμματα της αλφαβήτου) και με τα ονόματα που έχουν δοθεί σε αυτά.

Στη χημεία όμως, ο μαθητής πρέπει να θυμάται τα ονόματα κάποιων χημικών στοιχείων και αν αναπαριστώνται με μονογράμματο κώδικα (N για το άζωτο), ή διγράμματο (Cl και όχι Ch για το χλώριο), ή αν έχουν έναν μη αναμενόμενο συμβολισμό που μάλιστα δεν έχει νόημα στη μητρική γλώσσα του μαθητή, π.χ. Pb για τον μόλυβδο (Taber 2009, p.86-87). Βέβαια για τους Έλληνες μαθητές υπάρχει μικρότερη δυσκολία σε αυτό το τελευταίο, αφού αρκετά σύμβολα των χημικών στοιχείων σχετίζονται με το όνομα του στοιχείου στα ελληνικά (Na και K για το Να-τριο και το Κ-άλιο αντίστοιχα, ενώ για τους αγγλόφωνους μαθητές τα ονόματα αντίστοιχα είναι sodium και potassium).

Από την εμπειρία του γράφοντος, οι μαθητές δυσκολεύονται σε αυτό το κομμάτι, δηλαδή στη γραφή των χημικών τύπων. Έχει προηγηθεί η διδασκαλία του περιοδικού πίνακα και των χημικών δεσμών. Προαπαιτούμενες γνώσεις είναι οι ονομασίες και οι συμβολισμοί των κύριων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα και των πολυατομικών ιόντων, καθώς και των Α.Ο. των πολυατομικών ιόντων. Συνήθως οι μαθητές απομνημονεύουν από τους πίνακες του βιβλίου και τους Α.Ο. των κυριότερων πολυατομικών κατιόντων, αν και αυτοί μπορούν να εξαχθούν έμμεσα, μέσω της ηλεκτρονιακής τους δομής. Πολλοί μαθητές σε αυτό το κομμάτι απογοητεύονται, αφήνουν κενά, με αποτέλεσμα να μη μπορούν να ανταποκριθούν στο επόμενο κεφάλαιο που είναι οι χημικές αντιδράσεις. Φαίνεται μάλιστα πως έχουν δυσκολία στην ταξινόμηση των ενώσεων σε οξέα/βάσεις/άλατα/οξείδια.

Έγινε προσπάθεια η δραστηριότητα με το παιχνίδι (Chem)₄mula να βοηθήσει τους μαθητές να πετύχουν τους δύο παρακάτω στόχους του προγράμματος σπουδών:

- να διακρίνουν αν μια ένωση είναι οξύ/βάση/άλας/οξείδιο εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος ή η ονομασία της
- να ονομάζουν κατά IUPAC διάφορες ανόργανες ενώσεις (οξέα/βάσεις/άλατα/οξείδια), εφόσον δοθεί ο χημικός τους τύπος και αντίστροφα

Στο παιχνίδι αυτό προηγείται μια δραστηριότητα ταξινόμησης που κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη στο δεύτερο κομμάτι που είναι αυτό της

ονοματολογίας. Το παιχνίδι της δεύτερης ώρας είναι επιπλέον αρκετά διασκεδαστικό καθώς απαιτεί ταχύτητα, κινητικές δεξιότητες και σωματική επαφή μεταξύ των παιχτών της ομάδας (χέρια).

3.2.2.3 Ομόλογες Σειρές Οργανικών Ενώσεων

Η ενότητα που επιλέχθηκε στη Β' Λυκείου για σχεδιασμό παιχνιδιού είναι οι ομόλογες σειρές και οι χαρακτηριστικές ομάδες στην Οργανική Χημεία, το οποίο διδάσκεται στην αρχή της σχολικής χρονιάς. Το κομμάτι αυτό απαιτεί απομνημόνευση που δυσκολεύει τους μαθητές. Είναι όμως μια γνώση που πρέπει να κατακτηθεί για να μπορέσουν να μάθουν στη συνέχεια τις αντιδράσεις των αλκενίων, αλκένιων, αλκοολών και καρβολικών οξέων στα επόμενα κεφάλαια. Επιλέχθηκε να σχεδιαστεί ένα παιχνίδι παρατηρητικότητας και μνήμης, μετά τη χρησιμοποίηση του οποίου θα μπορούν οι μαθητές να:

- να αναφέρουν τους γενικούς μοριακούς τύπους των ενώσεων 11 ομόλογων σειρών (αλκένια, αλκένια, αλκαδιένια, αλκυλαλογονίδια, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες, αλδεΐδες, κετόνες, αλκοόλες, αιθέρες) και να τους συσχετίζουν με χαρακτηριστικές ομάδες ή πολλαπλούς δεσμούς
- να μπορούν να γράφουν παραδείγματα οργανικών ενώσεων από τις 11 ομόλογες σειρές με το συντακτικό τους τύπο
- να διακρίνουν σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει μία ένωση όταν δοθεί ο συντακτικός της τύπος

Προαπαιτούμενες γνώσεις είναι η εξοικείωση με τον τρόπο αναπαράστασης των οργανικών ενώσεων με συντακτικούς τύπους.

Υπήρχε σκέψη για δημιουργία ενός ακόμα παιχνιδιού για τη διδασκαλία των αντιδράσεων στην οργανική χημεία, αλλά δεν κατέστη εφικτό, αφού δε βρέθηκε κάποια ελκυστική και λειτουργική αρχιτεκτονική για ένα τέτοιο εκπαιδευτικό παιχνίδι.

3.2.3 Βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα για τα χαρακτηριστικά αρχιτεκτονικής των παιχνιδιών

Μελετήθηκαν άρθρα και βιβλία που αφορούν τα είδη των παιχνιδιών με κάρτες, επίσης μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά των παιχνιδιών που τα κάνουν ελκυστικά και οδηγούν τους παίκτες σε κατάσταση ροής, αλλά και τα στοιχεία εκείνα που αποτελούν απαραίτητα συστατικά της αρχιτεκτονικής τους, του μηχανισμού τους (game mechanics).

Τα παιχνίδια με κάρτες και τα επιτραπέζια παιχνίδια μπορούν να ταξινομηθούν σε **έξι κατηγορίες** με βάση το στρατηγική τους, δηλαδή το σχεδιαστικό τους μηχανισμό όπως φαίνεται στον πίνακα 1 (Bochennek et al 2007). Οι κάρτες είναι κατ' ουσίαν δισδιάστατα επίπεδα κομμάτια παιχνιδιού που έχουν αναγνωρίσιμα σημάδια στη μία πλευρά τους και ένα ομοιόμορφο σχήμα στην άλλη πλευρά και χειρίζονται με τέτοιο τρόπο που μόνο αυτός που τις κρατάει μπορεί να δει τα σημάδια (Parlett, 1979).

Πίνακας 1: Κατηγορίες παιχνιδιών με κάρτες και επιτραπέζιων
(Bochennek et al 2007)

Κατηγορία	Υποκατηγορία	
Παιχνίδια τύχης	Παιχνίδια με ζάρια	
Παιχνίδια ταιριάσματος καρτών	Παιχνίδια με κάρτες με γράμματα, σύμβολα και εικόνες που ανοίγονται στο τραπέζι	} (Chem) ₄ mula (2ο μέρος)
Παιχνίδια σκέψης	Παιχνίδια μνήμης, στρατηγικής, τακτικής	
Παιχνίδια ερωτήσεων	Παιχνίδια ερωτήσεων και απαντήσεων, κουίζ	} memOrganic, ValenShells
Παιχνίδια ρόλων και προσομοιώσεις	Παιχνίδια περιπέτειας, οικονομικών, αστυνομικά	
Παιχνίδια δεξιοτεχνίας	Παιχνίδια δράσης, παιχνίδια δράσης και αντίδρασης	} (Chem) ₄ mula (2° μέρος)

Το παιχνίδι με τις κάρτες του (Chem)₄mula εντάσσεται επιπλέον στα παιχνίδια μεταβίβασης καρτών όπου οι παίκτες δίνουν και παίρνουν μια κάρτα από ένα άλλο παίκτη ή παίκτες με σκοπό να δημιουργήσουν μια ακολουθία με κάρτες που να έχει νόημα. Στο (Chem)₄mula πρέπει να δημιουργήσουν δυο ζευγάρια που να περιλαμβάνουν το χημικό τύπο μιας ένωσης και τη σωστή της ονομασία. Έχει την ίδια λογική με το παιχνίδι που στα ελληνικά είναι γνωστός ως «γάιδαρος» ενώ τα παιδιά το γνωρίζουν με τον αδόκιμο όρο «σκατά». Το memOrganic είναι ένα απλό παιχνίδι μνήμης με κάρτες διπλής όψης, ενώ το ValenShells δεν υπακούει στο πρότυπο κάποιου παιχνιδιού με κάρτες.

Η απομνημόνευση και η μάθηση με κατανόηση αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς μαθησιακούς στόχους που απαιτούν προσέγγιση με διαφορετικές μεθόδους διδασκαλίας (Bransford, 2006, p.20) και κατ' επέκταση στα παιχνίδια διαφορετική αρχιτεκτονική. Το memOrganic είναι ένα παιχνίδι παρατηρητικότητας και μνήμης, όπου μας ενδιαφέρει η απομνημόνευση των χαρακτηριστικών ομάδων των οργανικών ενώσεων και οι γενικοί μοριακοί τύποι των ομόλογων σειρών. Σε αυτήν την περίπτωση στοχεύουμε στην απομνημόνευση και όχι στην κατανόηση (δηλαδή δε θέλουμε να διδάξουμε πώς συμπεριφέρονται σε αντιδράσεις οι διαφορετικές χαρακτηριστικές ομάδες). Στο ValenShells αντίθετα μας απασχολεί η κατανόηση των χημικών δεσμών, δηλαδή δε μας αρκεί να απομνημονεύσουν ότι μέταλλο και αμέταλλο κάνουν ετεροπολικό δεσμό χωρίς να κατανοούν το γιατί, και για αυτό το ValenShells είναι πολυπλοκότερο παιχνίδι.

Οι ερευνητές και σχεδιαστές των παιχνιδιών σε ότι αφορά τα **χαρακτηριστικά (attributes)** που πρέπει να ενσωματώνει ένα παιχνίδι αναφέρονται σε στοιχεία όπως η φαντασία, η πρόκληση, η αλληλεπίδραση, ο συναγωνισμός, η περιέργεια, ο έλεγχος, το ποσοτικοποιούμενο αποτέλεσμα, κ.ά, αλλά δε συμφωνούν απόλυτα μεταξύ τους (Wilson et al 2009, p.228).

Σύμφωνα με την έρευνα της Woods (2012, p.151) τα στοιχεία που κάνουν τους παίκτες να διασκεδάζουν στο παιχνίδι είναι κατά σειρά προτεραιότητας η επαναπαιξιμότητα, το βάθος της στρατηγικής, η τακτική, η άμεση αλληλεπίδραση με άλλους παίκτες, η ποιότητα των υλικών, η έμμεση

αλληλεπίδραση με άλλους παίκτες, η σχεδιαστική παρουσίαση, η πρωτότυπη σχεδίαση, ο άμεσος ανταγωνισμός, η υψηλή πολυπλοκότητα και η τύχη.

Ο Garris συμπυκνώνει τα **χαρακτηριστικά** που πρέπει να διαθέτει ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι στα ακόλουθα (Garris 2002, pp.447-450):

- φαντασία: είναι ο βαθμός ομοιότητας με τον πραγματικό κόσμο. Το παιχνίδι πρέπει να διαθέτει ένα φανταστικό πλαίσιο με φανταστικούς χαρακτήρες ή θέματα, το οποίο να δημιουργεί νοητικές εικόνες ή κοινωνικές καταστάσεις που δεν υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο και να ενισχύει την εμβύθιση στο παιχνίδι

- κανόνες/στόχοι: να υπάρχουν ξεκάθαροι κανόνες και ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού σε σχέση με την επίτευξη των στόχων

- πρόκληση: να υπάρχει το βέλτιστο επίπεδο δυσκολίας και αβεβαιότητας ως προς την επίτευξη του στόχου του παιχνιδιού. Καλό είναι το επίπεδο δυσκολίας να είναι προσαρμόσιμο και να αυξάνεται καθώς ο παίκτης αναπτύσσει τη δεξιότητα του στο παιχνίδι

- αισθητηριακά ερεθίσματα: να είναι ενσωματωμένα καινοτόμα ή δραματικά οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα

- μυστήριο: να υπάρχει το βέλτιστο επίπεδο πολυπλοκότητας στις πληροφορίες που δίνονται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, ώστε να ερεθίσουν την περιέργεια του παίκτη

- δυνατότητα ελέγχου πάνω στο παιχνίδι: να δίνει τη δυνατότητα στους παίκτες να παίρνουν αποφάσεις που επηρεάζουν την έκβαση του παιχνιδιού, να διαλέγουν στρατηγικές

Τα συστατικά που σχηματοποιούν το παιχνίδι ως μια **ολιστική οντότητα**, σύμφωνα με τους Bjork και Holopainen (2006, pp.415-417) είναι:

- το στιγμιότυπο του παιχνιδιού (game instance): κάθε φορά που παίζεται ένα παιχνίδι είναι διαφορετική από τις υπόλοιπες, αφού αλλάζουν οι παίκτες, το μέρος που παίζεται, ή οι συνθήκες

- η χρονική περίοδος του παιχνιδιού: ο χρόνος που ασχολούνται οι παίκτες με το παιχνίδι

- η χρονική περίοδος παιξίματος: ο καθαρός χρόνος που παίζεται ένα παιχνίδι. Για παράδειγμα, ένα παιχνίδι fantasy μπορεί να παίζεται για βδομάδες, ή για μέρες, με χρονικές διακοπές ανάμεσα τους

- οι χρονικές περίοδοι προετοιμασίας και κλεισίματος του παιχνιδιού: στα παιχνίδια υπάρχουν φάσεις στις οποίες δεν παίζεται ουσιαστικά το παιχνίδι αλλά για παράδειγμα μοιράζονται κάρτες ή προετοιμάζεται το ταμπλό, ή σημειώνονται τα στατιστικά αποτελέσματα (βαθμοί), για να ενσωματωθούν στο επόμενο παιχνίδι

- δραστηριότητες εκτός παιχνιδιού: είναι αυτές που δε συμβάλλουν στην επίδοση των παιχτών στο παιχνίδι όπως για παράδειγμα η αγορά ενός ζευγαριού παπουτσιών τένις πριν από το παιχνίδι τένις, ή κάτι συμφωνημένο που πρέπει να κάνει ο παίκτης που θα χάσει μετά το πέρας του παιχνιδιού.

Συστατικά οριοθέτησης του παιχνιδιού είναι οι κανόνες, τα διαθέσιμα μοτίβα παιξίματος και οι στόχοι:

- κανόνες: οι κανόνες υπαγορεύουν τη ροή του παιχνιδιού. Υπάρχουν κανόνες για το πώς χρησιμοποιούνται αντικείμενα ή κάρτες του παιχνιδιού, ή τι και με ποιο τρόπο μπορούν να κάνουν κάτι οι παίκτες. Υπάρχουν εξωγενείς κανόνες που δηλώνονται στους παίκτες καθαρά, για παράδειγμα πως τελειώνει μια παρτίδα, και ενδογενείς κανόνες που απλά υπονοούνται, για παράδειγμα ότι δεν επιτρέπεται το κλέψιμο στο παιχνίδι.

- τα διαθέσιμα μοτίβα παιξίματος: αφορούν τις διαφορετικές φάσεις του παιχνιδιού, για παράδειγμα στο σκάκι την εναλλαγή σειράς

- στόχοι: ο προσανατολισμός των παιχτών είναι να επιτύχουν στόχους στο παιχνίδι, δηλαδή είτε είναι να κερδίσουν είτε να επιτύχουν επιμέρους στόχους κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ώστε να μπορέσουν να προχωρήσουν στο επόμενο επίπεδο.

3.2.4 Συσχετισμός με θεωρίες μάθησης

3.2.4.1 Θεωρία εσωτερικών κινήτρων

Ένα άτομο έχει εσωτερικά κίνητρα για να πραγματοποιήσει μια δραστηριότητα όταν δε λαμβάνει προφανή ανταμοιβή (Habgood 2011). Με άλλα λόγια ο εσωτερικό κίνητρο αναφέρεται στην εμπλοκή των ατόμων σε δραστηριότητες για προσωπικούς λόγους, δηλαδή για τα συναισθήματα της ευχαρίστησης και της ικανοποίησης που απορρέουν άμεσα από τη συμμετοχή. Όταν τα άτομα έχουν εσωτερικά κίνητρα, τότε εμπλέκονται σε δραστηριότητες που τους ενδιαφέρουν, βιώνουν μια αίσθηση της βούλησης, και λειτουργούν χωρίς τη βοήθεια εξωτερικών ανταμοιβών και περιορισμών (Deci & Ryan 2000).

Οι Malone & Lepper (1987, p.248) σημειώνουν πως μια εκπαιδευτική δραστηριότητα για να κινητοποιεί ενδογενώς τους μαθητές θα πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερις τύπους εσωτερικών προσωπικών κινήτρων, την πρόκληση, την περιέργεια, τον έλεγχο και τη φαντασία και τρεις τύπους εσωτερικών διαπροσωπικών κινήτρων, τη συνεργασία, το συναγωνισμό και την αναγνώριση (Πίνακας 2). Επιπλέον κάνουν διάκριση μεταξύ του διδακτικού περιεχομένου μιας δραστηριότητας (ενδογενής μορφή εσωτερικού κινήτρου) και εκείνων των στοιχείων της δραστηριότητας που την κάνουν ελκυστική (εξωγενής μορφή εσωτερικού κινήτρου). Υποστηρίζουν πως τα εσωτερικά και ενδογενή κίνητρα σε σχέση με τα εξωγενή εσωτερικά κίνητρα πετυχαίνουν καλύτερα αποτελέσματα μάθησης και διατηρούν το ενδιαφέρον για παρόμοιες δραστηριότητες στο μέλλον.

Πίνακας 2: Εσωτερικά κίνητρα στο παιχνίδι (Malone & Lepper, 1987)

Κίνητρο	Τρόποι επίτευξης κινήτρου
Προσωπικά κίνητρα	
A. Πρόκληση	1. Να υπάρχουν ξεκάθαροι και επιτεύξιμοι στόχοι 2. Το αποτέλεσμα να είναι αβέβαιο μέσω ύπαρξης διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας, πολλαπλών στόχων διαφορετικής δυσκολίας, κρυμμένων

	πληροφοριών, τυχαιότητας 3. Να υπάρχει συνεχής ανατροφοδότηση 4. Να ενισχύεται η αυτοεκτίμηση του μαθητή
Β. Περιέργεια	1. Η αισθητηριακή περιέργεια μπορεί να πυροδοτείται μέσω εικόνων, χρωμάτων, ήχων 2. Η γνωστική περιέργεια μπορεί να διεγερθεί αν το παιδί καταλάβει ότι η γνώση του είναι ελλιπής
Γ. Έλεγχος	1. Οι πράξεις του μαθητή να μπορούν να επηρεάζουν τη ροή της δραστηριότητας 2. Να δίνει επιλογές στο μαθητή
Δ. Φαντασία	1. Χρήση μεταφορών, αναλογιών 2. Ταύτιση του μαθητή με κάποιον χαρακτήρα/ρόλο
Διαπροσωπικά κίνητρα	
Ε. Συνεργασία	Να υπάρχουν κομμάτια της δραστηριότητας αλληλοεξαρτώμενα από παίκτες
ΣΤ. Συναγωνισμός	Οι επιλογές των παιχτών πρέπει να επηρεάζουν τους υπόλοιπους
Ζ. Αναγνώριση	Να ευνοείται η δημιουργία φυσικών οδών μέσω των οποίων οι προσπάθειες ενός μαθητή θα εκτιμηθούν από τους άλλους

Ανάμεσα στις προϋποθέσεις για δημιουργία εσωτερικών κινήτρων μέσω του στοιχείου της πρόκλησης που αναφέρουν οι Malone & Lepper είναι η παράμετρος της τυχαιότητας και των πολλαπλών επιπέδων στόχων. Η τυχαιότητα και στα τρία παιχνίδια εξασφαλίζεται με το ανακάτεμα της τράπουλας, ενώ επιπλέον στο ValenShells χρησιμοποιούνται και ζάρια, ενώ υπάρχουν και τετράγωνα στα οποία όταν βρεθεί το πιόνι του παίχτη, αυτός χάνει τη σειρά του. Το πολλαπλό επίπεδο στόχων εκπληρώνεται στο δεύτερο

μέρος της δραστηριότητας με το (Chem)₄mula, όπου οι μαθητές πρέπει να ταιριάζουν τις κάρτες αλλά και να το κάνουν γρηγορότερα από τους άλλους. Τέλος, η παράμετρος του ελέγχου στη δραστηριότητα από το μαθητή υπάρχει στο ValenShells όπου ο μαθητής μπορεί και επιλέγει από τις ανοικτές κάρτες αν θα κάνει ετεροπολικό ή ομοιοπολικό δεσμό.

Σύμφωνα με τον Bandura (1994), τρεις παράγοντες που οδηγούν σε ενδυνάμωση των κινήτρων είναι η **εσωτερική προδιάθεση, το αίσθημα θετικής ακαδημαϊκής αυτοαντίληψης και η στοχοθεσία.**

- **Εσωτερική προδιάθεση:** ένας μαθητής που καλείται να μάθει ένα αντικείμενο μπορεί να εκδηλώνει άρνηση επειδή στο παρελθόν είχε αρνητικές εμπειρίες με το μάθημα, π.χ. εχθρικό καθηγητή ή αποτυχία σε γραπτές εξετάσεις. Αυτή η αρνητική εσωτερική προδιάθεση μπορεί να αρθεί σε ένα ποσοστό όταν του προταθεί να παίξει ένα επιτραπέζιο παιχνίδι με τους συμμαθητές του, ένα παιχνίδι διασκεδαστικό που θα έχει καλά ενσωματωμένες έννοιες του μαθήματος, δηλαδή που σχεδόν θα τις έχει κρύψει πίσω από το καλά σχεδιασμένο περιβάλλον του παιχνιδιού

- **Στοχοθεσία:** πολλές έρευνες δείχνουν ότι στόχοι που εμπειρεύουν πρόκληση, ενισχύουν τα εσωτερικά κίνητρα. Η κινητοποίηση μέσω της στοχοθεσίας περιλαμβάνει μια γνωστική διαδικασία σύγκρισης. Συσχετίζοντας την ικανοποίηση με την εκπλήρωση των στόχων, οι άνθρωποι τροποποιούν τη συμπεριφορά τους και ενισχύουν την προσπάθειά τους ώστε να επιτύχουν τους στόχους, έτσι ώστε να μη βιώσουν το δυσάρεστο αίσθημα της μη-ικανοποίησης. Τα παιχνίδια φυσικά έχουν στόχο ξεκάθαρο: τη νίκη ή τη μετάβαση στο επόμενο επίπεδο και δευτερευόντως την αλληλεπίδραση με άλλους και τη διασκέδαση, εφόσον πρόκειται για παιχνίδι με πάνω από έναν παίχτη.

- **Θετική αυτοαντίληψη ικανοτήτων:** ένας μαθητής που έχει θετική αυτοαντίληψη για τις ικανότητές του (δηλαδή που έχει θετικές πεποιθήσεις για τις δυνατότητες του να φέρει εις πέρας ένα έργο), έχει και αυξημένο κίνητρο να μάθει, δεδομένο που εκφράζεται στην προσπάθεια που καταθέτει σε μια δραστηριότητα μάθησης και την επιμονή του. Τα παιχνίδια βοηθούν στην

ενίσχυση της θετικής αυτοαντίληψης αφού τα τυχόν λάθη τα βλέπουν ως δημιουργική ανατροφοδότηση (Morris 2013)

3.2.4.2 Θεωρία Ροής του Csikszentmihalyi

Η ροή με όρους ψυχολογίας, μπορεί να θεωρηθεί ως μια κατάσταση συνειδητότητας όπου τα άτομα είναι τόσο απορροφημένα στη δραστηριότητα, ώστε παρουσιάζουν αυξημένη συγκέντρωση και εστίαση και δεν αντιλαμβάνονται το περιβάλλον γύρω τους. Η ροή είναι μια αίσθηση που ανέπτυξαν οι άνθρωποι ώστε να αναγνωρίζουν μοτίβα πράξεων που αξίζει να διατηρηθούν στο χρόνο (Csikszentmihalyi 1988, p.34).

Τα οκτώ χαρακτηριστικά που απαιτούνται για να είναι ένα άτομο σε κατάσταση ροής είναι (Csikszentmihalyi 1990, όπ. ανάφ. στο Annetta 2010):

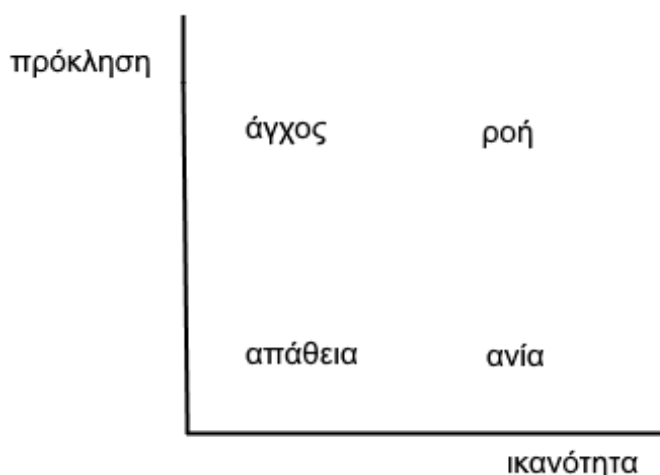
- να νιώθει ότι η δραστηριότητα έχει επιτεύξιμους στόχους και ότι μπορεί να ολοκληρωθεί επιτυχώς
- να μπορεί να συγκεντρωθεί εξ' ολοκλήρου στη δραστηριότητα
- να είναι εις βάθος εμπλεκόμενο με τη διαδικασία
- να έχει την αίσθηση του ελέγχου επάνω στη διαδικασία
- να έχει απώλεια της αυτεπίγνωσης
- να έχει διαστρεβλωμένη αίσθηση του χρόνου
- η δραστηριότητα να έχει σαφείς στόχους
- η δραστηριότητα να δίνει άμεση και συνεχή ανατροφοδότηση

Βασικό στοιχείο της Θεωρίας Ροής είναι η πρόκληση. Οι ξεκάθαροι και επιτεύξιμοι στόχοι και η σαφής ανατροφοδότηση είναι στοιχεία απαραίτητα για την επίτευξη της κατάστασης ροής αφού είναι απαραίτητο το άτομο να κατανοήσει ότι υπάρχει κάτι για αυτό να κάνει και πως είναι ικανό να το κάνει. Επίσης, οι προκλήσεις πρέπει να γίνονται πολυπλοκότερες ώστε να αναπτύσσει ο παίκτης νέες ικανότητες: «Καμία δραστηριότητα δε μπορεί να συνεχιστεί για μεγάλο διάστημα αν τόσο οι προκλήσεις όσο και οι ικανότητες δε γίνονται πολυπλοκότερα» (Csikszentmihalyi, 1988, p.30).

Η ροή μπορεί να επιτευχθεί αν κάθε φορά που ο παίκτης βελτιώνεται, το επίπεδο πρόκλησης αυξάνεται, έτσι ώστε να υπάρχει μια δυναμική

ισορροπία μεταξύ των καταστάσεων της πλήξης και της αναστάτωσης (σχήμα 7). Σε μια εκπαιδευτική δραστηριότητα θα πρέπει να δώσουμε στους μαθητές τέτοιες προκλήσεις που θα έχουν το σωστό επίπεδο δυσκολίας, δηλαδή να μην είναι τόσο εύκολες ώστε να είναι βαρετές αλλά ούτε τόσο δύσκολες ώστε να είναι αγχωτικές (Bransford et al, 2005, p.61).

Η ροή είναι ο κρυφός στόχος κάθε σχεδιασμού παιχνιδιών. Οι παίκτες μπαίνουν σε μια κατάσταση ροής όταν έχουν βυθιστεί εντελώς στο παιχνίδι και νιώθουν ένα με αυτό, τόσο πολύ μάλιστα που μοιάζει εκείνη τη στιγμή να μη τους νοιάζει οτιδήποτε άλλο. Η εμπειρία είναι τόσο απολαυστική που οι παίκτες θα συνεχίσουν να παίζουν ακόμα και με κάποιο κόστος, απλά και μόνο για να το κάνουν. Έχουν με άλλα λόγια εμβυθιστεί στο παιχνίδι, έχουν μια αυξημένη αίσθηση της παρουσίας μέσω της ατομικής ταυτότητας, ασχολούνται με το περιεχόμενο, και συνεπώς, κινητοποιούνται εγγενώς για να επιτύχουν την πρόκληση του στόχου του παιχνιδιού (Anetta, 2010). Η ροή μπορεί να υπονομευθεί αν το παιχνίδι έχει δύσχρηστο στήσιμο, έχει χαμηλές απαιτήσεις από τις ικανότητες των παιδιών, ή αν οι προκλήσεις κατά τη διάρκεια του δεν είναι οι κατάλληλες.



Σχήμα 7: Η πρόκληση και οι ικανότητες των παιδιών ως συνιστώσες της ροής (Csikszentmihalyi 1988)

Σε σχέση με την ποσοτικοποίηση της ροής, στην έρευνα των Engeser & Rheinberg (2008) μετρήθηκε ο βαθμός επίτευξης της κατάστασης ροής με κατάλληλο ερωτηματολόγιο. Διερεύνησαν τη ροή κατά την εκμάθηση στατιστικής, γαλλικών και του ηλεκτρονικό δημοφιλούς παιχνιδιού Pacman.

Χρησιμοποίησαν μια κλίμακα-ερωτηματολόγιο στο οποίο ο μαθητής απάντησε σε ερωτήσεις όπως «δε καταλαβαίνω πώς περνά η ώρα», «δεν έχω δυσκολία να συγκεντρωθώ», «είμαι εντελώς απορροφημένος σε αυτό που κάνω», «ξέρω τι πρέπει να κάνω στο επόμενο βήμα», «έχω τα πάντα υπό έλεγχο», «το μυαλό μου είναι καθαρό».

3.2.4.3 Κοινωνικός εποικοδομητισμός του Vygotsky και ζώνη επικείμενης ανάπτυξης

Σύμφωνα με το Vygotsky, η ανθρώπινη μάθηση προϋποθέτει ένα συγκεκριμένο κοινωνικό πλαίσιο και διαδικασία όπου τα παιδιά μαθαίνουν με τους γύρω τους. Στη συνεργατική μάθηση και το παιχνίδι μπορούμε να πούμε πως μαθαίνουμε κάνοντας κάτι ως μέρος μιας μεγαλύτερης κοινότητας ανθρώπων που μοιράζονται κοινούς στόχους και τρόπους επίτευξης. Άλλωστε, το παιχνίδι είναι κοινωνικό από τη φύση του (Vygotsky, 1978a, p.39).

Επιπλέον υποστηρίζει πως ό,τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι με τη βοήθεια άλλων είναι πιο ενδεικτικό της γνωστικής τους ανάπτυξης σε σχέση με ότι μπορούν να κάνουν μόνοι τους, και εισάγει την έννοια της ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης-ZEA (Zone of Proximal Development, ZPD). Ως ZEA ορίζεται (Vygotsky 1978b, p.86):

«Η απόσταση μεταξύ του κατεχόμενου επιπέδου ανάπτυξης όπως προσδιορίζεται από την ατομική επίλυση προβλημάτων, και του επιπέδου της εν δυνάμει ανάπτυξης όπως προσδιορίζεται από την ικανότητα του να επιλύει προβλήματα κάτω από την καθοδήγηση ενηλίκων ή με τη συνεργασία συνομήλικων»

Στην επίλυση προβλημάτων «η ZEA ορίζει εκείνες τις λειτουργίες που δεν έχουν ακόμα ωριμάσει, αλλά βρίσκονται σε εμβρυικό στάδιο. Αυτές οι λειτουργίες είναι τα λουλούδια και όχι οι καρποί» (Vygotsky, 1978a, p.38) Τα ζώα δεν έχουν ZEA, ναι μεν μπορούν να μάθουν μόνα τους με εξάσκηση αλλά δε μπορούν να γίνουν εξυπνότερα, δηλαδή να λύσουν μια ποικιλία προβλημάτων μόνα τους.

Η φανταστική κατάσταση που δημιουργεί ένα παιδί κατά τη διάρκεια του αυθόρμητου παιχνιδιού είναι μια απαραίτητη μετάβαση σε ZEA, η οποία

βοηθά το παιδί στην κατανόηση του συνδέσμου μεταξύ συμβόλων, αντικειμένων και πράξεων που αναπαριστούν. Αλλά και το εκπαιδευτικό παιχνίδι δημιουργεί ΖΕΑ, με κύριους καθοδηγητές τους συμμαθητές αλλά και αυτόν καθαυτόν το μηχανισμό και τους κανόνες τους παιχνιδιού. Σε ένα παιχνίδι, τα παιδιά μπορούν να αποδώσουν πάνω από τις γνωστικές τους ικανότητες –λογική σκέψη, μνήμη, προσοχή (Anetta, 2010).

3.2.4.4 Συσχέτιση με είδη μάθησης κατά Gagne

Ο Gagne (1985) δεν αντιμετωπίζει τη μάθηση ως ενιαίο σύνολο, αλλά τη διαχωρίζει σε πέντε είδη μάθησης. Τα είδη αυτά μάθησης είναι διαφορετικά μεταξύ τους ως προς τη φύση τους, τις δυνατότητες του μαθητή που αναπτύσσουν και τον τρόπο προσέγγισης και εκμάθησής τους (Δανασσής-Αφεντάκης 1991, σελ.139). Από αυτά τα πέντε, δύο είδη μάθησης προσεγγίζονται με το (Chem)₄mula και το memOrganic, ενώ τρία είδη με το ValenShells (Σχήμα 8):



Σχήμα 8: Είδη μάθησης κατά Gagne (Gagne 1984)

Και τα τρία παιχνίδια, εκτός από την παροχή πληροφοριών και γνώσεων, συμβάλουν και στην ανάπτυξη των νοητικών δεξιοτήτων της διάκρισης και των κανόνων.

- Η νοητική δεξιότητα της διάκρισης

Η διάκριση είναι ένα πρώτο στάδιο για την ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων. Μέσω της κατηγοριοποίησης ενισχύεται η κριτική σκέψη και ο

σχεδιαστής εκπαιδευτικών παιχνιδιών πρέπει να βρει εκείνες της δραστηριότητες όπου οι μαθητές θα ταξινομούν-ομαδοποιούν τις κατάλληλες κάρτες, πράγμα το οποίο θα βοηθά στην κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών (Kordaki 2015). Οι δραστηριότητες ταξινόμησης είναι κεντρικές στα παιχνίδια με κάρτες και το ίδιο ισχύει και για τα τρία παιχνίδια που σχεδιάστηκαν: στο (Chem)₄mula έχουμε ταξινόμηση σε οξέα/ βάσεις/ άλατα/ οξείδια, στο memOrganic ταξινόμηση σε ομόλογες σειρές και στο ValenShells κατηγοριοποίηση σε μέταλλα/ αμέταλλα/ ευγενή αέρια και σε ομοιοπολικό/ ετεροπολικό δεσμό.

Η ταξινόμηση αυτή στην αρχή της δραστηριότητας του (Chem)₄mula βοηθάει στο κομμάτι της ονοματολογίας που ακολουθεί και λειτουργεί εκτός των άλλων και ως ένα θεωρητικό πλαίσιο που μπορεί να βοηθήσει το μαθητή. Η μάθηση της νοητικής ικανότητας της διάκρισης, προϋποθέτει τη χρήση των αρχών της συνάφειας, της ενίσχυσης και της επανάληψης (Φλουρής 1984, σελ. 83). Οι δύο πρώτες εκπληρώνονται από την ίδια την αρχιτεκτονική των παιχνιδιών (ο μαθητής αντιδρά άμεσα στο ερέθισμα, π.χ. στο memOrganic όταν τραβά μια νέα κάρτα, πρέπει αμέσως να την ανταλλάξει με μία άλλη που ανήκει στην ίδια ομόλογη σειρά), ενώ η ενίσχυση επιτυγχάνεται με την αμοιβή που μπορεί στο παιχνίδι να είναι ένας επιπλέον πόντος, βοηθώντας έτσι στη διαφοροποίηση του σωστού απ' το λάθος. Η αρχή της επανάληψης επίσης πραγματοποιείται, αφού η διαδικασία της ταξινόμησης γίνεται ξανά και ξανά, λόγω ύπαρξης πολλών γύρων στο παιχνίδι.

- Η νοητική δεξιότητα των κανόνων

Μια άλλη νοητική δεξιότητα κατά Gagne είναι οι κανόνες (Φλουρής, 1984, σελ.85), που αναφέρεται στη δυνατότητα που επιτρέπει στο μαθητή να εφαρμόζει έναν κανόνα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Αυτό για παράδειγμα επιδιώκεται στο ValenShells όπου ο μαθητής μέσω του παιχνιδιού αναμένεται να αναπτύξει τη νοητική ικανότητα να θέτει σε εφαρμογή τον κανόνα που ορίζει ότι τα αμέταλλα κάνουν μεταξύ τους ομοιοπολικό δεσμό, ενώ μεταξύ μετάλλου και αμέταλλου γίνεται ιοντικός δεσμός, αλλά και τον κανόνα της οκτάδας.

- Γνωστικές στρατηγικές

Στο ValenShells, πέρα από τις γνώσεις και νοητικές ικανότητες, έχουμε και την ανάπτυξη γνωστικών στρατηγικών: ο μαθητής μαθαίνει πως για να δημιουργήσει χημικό δεσμό θα πρέπει να μεταφερθούν ηλεκτρόνια από ένα μέταλλο σε αμέταλλο (αυτοκόλλητα κυκλάκια) ή να διαμοιραστούν ηλεκτρόνια τα αμέταλλα (ταίριασμα οπών στις κάρτες των αμετάλλων).

3.2.4.5 Ανατροφοδότηση

Οι Hattie και Yates (2014, p.66) ορίζουν πως η ανατροφοδότηση «αναφέρεται στην απόκτηση εκείνων των πληροφοριών από τον μαθητή που θα του επιτρέψουν μέσω ρύθμισης ή προσαρμογής των προσπαθειών του να έρθει εγγύτερα σε έναν καλά ορισμένο στόχο» Σύμφωνα δε με την μετα-ανάλυση του Hattie για την ορατή μάθηση (visible learning), η ανατροφοδότηση έχει δείκτη βαθμού επιρροής 0,73 που την καθιστά πολύ σημαντικό παράγοντα για την ακαδημαϊκή μάθηση (Hattie and Yates, ό.π.).

Καταρχάς, τα τρία παιχνίδια που σχεδιαστήκαν διαπραγματεύτηκαν διδακτικές ενότητες που δεν τις είχαν διδαχθεί οι μαθητές. Έτσι αποτελούν πρόσφορο έδαφος για ανατροφοδότηση αφού αυτή είναι αποτελεσματικότερη όταν οι μαθητές δεν έχουν κατακτήσει την γνώση αλλά όταν την ανακαλύπτουν ή όταν είναι ημιτελής (Hattie 2012, p.124).

Τα παιχνίδια αποτελούν από μόνα τους εργαλεία, μάλιστα «παγιδεύουν» το παίχτη-μαθητή σε ένα βρόχο ανατροφοδότησης. Ανάλογα με την πρόοδο τους στο παιχνίδι, γνωρίζει αν έχει ανταποκριθεί σωστά στους στόχους του παιχνιδιού και κατ' επέκταση, εφ' όσον μιλάμε για εκπαιδευτικό παιχνίδι, και στους μαθησιακούς στόχους.

Βέβαια ακόμα πιο άμεσα, ο παίκτης παίρνει ανατροφοδότηση από τους συμπαίκτες του οι οποίοι συχνά επισημαίνουν ένα λάθος. Ο παίκτης δίνει σημασία στην άμεση ανατροφοδότηση, ανταποκρινόμενος και προσαρμοζόμενος συνεχίζοντας ή σταματώντας το παιχνίδι. Για να γίνει αυτό θα πρέπει ο παίκτης να μην έχει άγχος εκείνη τη στιγμή ούτε να νιώθει απειλή (Else, 2014, p.66). Τα λάθη όμως που κάνουν στο παιχνίδι συνήθως, δεν τα βλέπουν με το άγχος της εξωτερικής αρνητικής αξιολόγησης αλλά τα βλέπουν ως δημιουργική ανατροφοδότηση. Επειδή κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού είναι φυσικό ο παίκτης να οδηγείται συχνά σε αδιέξοδα, η συνολική επίπτωση

ενός μοναδικού λάθους έχει μικρότερη επίδραση από ότι σε ακαδημαϊκά πλαίσια (Morris 2013).

Η παράμετρος της ανατροφοδότησης υλοποιείται συνήθως στα παιχνίδια και μέσω κρατήματος του σκορ (Murphy, 2012, p.387). Στο δεύτερο μέρος του (Chem)₄mula, στο τέλος κάθε παρτίδας οι παίκτες σημειώνουν το σκορ τους σε ένα χαρτί. Στο memOrganic, στο τέλος κάθε γύρου μετράνε τις κάρτες που έχουν κερδίσει. Στο ValenShells, το σκορ καταγράφεται όχι στο τέλος του γύρου, αλλά σε κάθε κίνηση του παίχτη. Μάλιστα το κράτημα του σκορ γίνεται σε ειδική στήλη στο Φ.Ε., το οποίο εξυπηρετεί και το ρόλο του φύλλου βαθμολογίας των παικτών. Τα παιχνίδια σχεδιάστηκαν έτσι ώστε ο κάθε γύρος να μην διαρκεί πολύ έτσι ώστε να μην είναι ξεκάθαρο ποιος κερδίζει και ποιος χάνει. Έτσι έχουμε άμεση ανατροφοδότηση ενώ αποφεύγουμε την περίπτωση που κάποιος που χάνει με διαφορά να παραιτηθεί από το παιχνίδι (Bergstrom 2010). Ανατροφοδότηση λαμβάνουν βέβαια και κατά τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας (βλ. §4.5.2, σελ.84).

3.2.5 Δοκιμή παιχνιδιών του εμπορίου με κάρτες

Ο ίδιος ο σχεδιαστής παιχνιδιών πρέπει να απαντήσει σε ερωτήματα όπως αν καταλαβαίνουν οι παίκτες τι πρέπει να κάνουν, αν διασκεδάζουν, αν πετυχαίνουν το στόχο του παιχνιδιού. Αυτά τα ερωτήματα στο στάδιο του σχεδιασμού μπορούν να απαντηθούν μόνο αν ο σχεδιαστής γίνει και ο ίδιος παίχτης ώστε να δει τι λειτουργεί καλά και τι όχι. Με άλλα λόγια δε μπορεί κάποιος να σχεδιάσει αν δεν παίξει, το παίξιμο και ο σχεδιασμός γίνονται ένα.

Τα παιχνίδια λόγω του περιορισμένου χρόνου, δεν θα πρέπει να έχουν αυξημένη πολυπλοκότητα ούτε να απαιτούν από τους παίκτες να κάνουν δύσκολες στρατηγικές επιλογές πράγμα που θα μπορούσε να οδηγήσει στην «παράλυση» του παίχτη (analysis paralysis), την κατάσταση δηλαδή εκείνη στην οποία ένας παίχτης δε μπορεί να αποφασίσει για την επόμενη κίνηση του με αποτέλεσμα οι υπόλοιποι να κουρασθούν ή να βαριούνται (Bergstrom, 2010). Αυτό το αποφεύγουμε μειώνοντας τις επιλογές του παίχτη μεταξύ των καρτών αλλά και μειώνοντας τις ανταλλαγές μεταξύ των παιχτών, π.χ. να δίνει ο ένας την κάρτα που δε χρειάζεται στον άλλον (Bastiaan 2016).

Η δοκιμή παιχνιδιών του εμπορίου έγινε από τον γράφοντα. Περιελάμβανε επισκέψεις στο μαγαζί Playhouse στα Εξάρχεια όπου δοκιμάστηκαν παιχνίδια και κρατήθηκαν σημειώσεις. Ήταν κυρίως παιχνίδια ανταλλαγής καρτών, σύγκρισης, απόρριψης καρτών, κ.ά. Σκοπός ήταν να εντοπιστεί η κεντρική λογική διαφορετικών παιχνιδιών και αν εκτιμηθεί αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχεδιαστούν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Επίσης μελετήθηκαν παιχνίδια με κάρτες από εξειδικευμένο διαδικτυακό τόπο (Board Game Geek).

3.2.6 Δημιουργία υλικού και δοκιμή

Η εποπτικότητα του υλικού είναι σημαντική για τη συγκράτηση της γνώσης. Βασικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζει το γραφιστικό κομμάτι. Για να προσλάβει κάποιος γραφίστα για να σχεδιάσει το υλικό του παιχνιδιού, το κόστος μπορεί να είναι 3000-10000\$ ενώ για ψηφιακά παιχνίδια είναι πολλαπλάσιο. Δωρεάν υλικό υπάρχει στο www.opengameart.org (Kwok 2017).

Σε ότι αφορά λοιπόν την αισθητική των παιχνιδιών, καταβλήθηκε προσπάθεια να είναι οπτικά ελκυστικά στους μαθητές. Οι κάρτες του (Chem)₄mula και του memOrganic σχεδιάστηκαν στο Microsoft Word 2010, και είναι ασπρόμαυρες/πλαστικοποιημένες και έγχρωμες/πλαστικοποιημένες αντίστοιχα. Μάλιστα στο memOrganic, η κάθε χαρακτηριστική ομάδα στον συντακτικό τύπο έχει διαφορετικό χρώμα ώστε να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα άτομα άνθρακα και υδρογόνου. Στο ValenShells, τόσο το ταμπλό όσο και οι κάρτες σχεδιάστηκαν στο επαγγελματικό γραφιστικό πρόγραμμα Adobe InDesign CS4. Το ταμπλό εκτυπώθηκε σε έγχρωμο αυτοκόλλητο χαρτί A3 το οποίο προσαρμόστηκε σε αναδιπλούμενο στα δύο χαρτόνι πάχους 0,3cm. Οι δε κάρτες εκτυπώθηκαν σε διαφανείς πλαστικό ενώ για να γίνουν οι οπές χρησιμοποιήθηκε διακορευτής διαμέτρου 1cm.

Το φύλλο οδηγιών του (Chem)₄mula είναι σε ασπρόμαυρο χαρτί A4 ενώ των υπόλοιπων δύο είναι σε έγχρωμο χαρτί μεγέθους B5 που σχεδιάστηκε και αυτό στο Adobe Indesign CS4. Ακολουθήθηκε το πρότυπο οδηγιών που συναντά κανείς σε εμπορικά παιχνίδια με κάρτες, ενώ

περιλήφθηκαν εικόνες με παραδείγματα, για να είναι ακόμα σαφέστερες οι οδηγίες στους μαθητές. Οι κανόνες πρέπει να είναι υποδειγματικοί ώστε οι παίκτες να μπορέσουν με μια πρώτη ανάγνωση να ξεκινήσουν να παίζουν. Για το παιχνίδι memOrganic δημιουργήθηκε με τη συμμετοχή μαθητών βίντεο στο οποίο εξηγείται ο τρόπος που παίζεται το παιχνίδι. Τα χάρτινα κουτιά συσκευασίας επενδύθηκαν με αυτοκόλλητο χαρτί με αναπαραστάσεις που σχετίζονται με το περιεχόμενο του κάθε παιχνιδιού. Η τελική εκτύπωση των υλικών του παιχνιδιού έγινε σε φωτοαντιγραφικό κέντρο με το συνολικό κόστος να είναι περίπου στα 120 ευρώ και για τα τρία παιχνίδια.

Τα παιχνίδια προτού δοθούν προς χρήση θα πρέπει να παίζονται δοκιμαστικά από τρίτους (Salen & Zimmerman 2004, p.12). Οι σχεδιαστές των παιχνιδιών μπορούν να βρουν λάθη στα παιχνίδια αν τεστάρουν τα πρωτότυπα με την οικογένεια, τους φίλους τους, μαθητές και λάτρεις παιχνιδιών (Kwok 2017). Τα 2 από τα 3 παιχνίδια- το (Chem)₄mula και το memOrganic- πριν να χρησιμοποιηθούν για την έρευνα δόθηκαν δοκιμαστικά σε μικρές ομάδες μαθητών εκτός ωρών μαθήματος, για να ελεγχθούν στην πράξη. Με βάση τις παρατηρήσεις τους έγιναν μικρές αλλαγές στους κανόνες. Το ValenShells δοκιμάστηκε από τον γράφοντα και το συνάδελφο καθηγητή φυσικής στο σχολείο, ο οποίος πρότεινε την ιδέα για αυτοκόλλητα κόκκινα κυκλάκια τα οποία θα αναπαριστούν ηλεκτρόνια, την οποία και ενσωμάτωσα στο παιχνίδι. Σε αυτήν την περίπτωση με τα ηλεκτρόνια εφαρμόστηκε μια αρχή που σχετίζεται με τη σημειολογία και είναι πολύ συχνή και στα παιχνίδια: η χρήση σύμβολων που αναπαριστούν κάτι διαφορετικό από αυτό που είναι (Salen & Zimmerman 2004, p.44).

Να σημειωθεί ότι δημιουργήθηκε πρώτα μόνο ένα πρωτότυπο για κάθε παιχνίδι και το οποίο δοκιμάστηκε. Στη συνέχεια, και εφόσον έγιναν τυχόν τροποποιήσεις, εκτυπώθηκαν τα υπόλοιπα αντίγραφα (δηλαδή όσες κάρτες και ταμπλό χρειάζονταν), έτσι ώστε να μην ξοδευτούν άδικα χρήματα σε υλικό το οποίο στη συνέχεια θα χρίζει βελτίωσης και θα πρέπει να τροποποιηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μεθοδολογία έρευνας

4.1 Σχεδιασμός έρευνας

Η έρευνα συνέκρινε ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα, δύο διαφορετικές μεθόδους διδασκαλίας συγκεκριμένων ενοτήτων της χημείας, στην Α' και τη Β' Λυκείου. Η μία ενσωμάτωσε τη χρήση τριών πρωτότυπων επιτραπέζιων παιχνιδιών και την ομαδοσυνεργατική μέθοδο, ενώ η δεύτερη ακολούθησε την παραδοσιακή μετωπική μέθοδο διδασκαλίας.

Χρησιμοποιήθηκε ο ημι-πειραματικός σχεδιασμός (quasi-experimental design), σύμφωνα με τον οποίον γίνονται τεστ πριν και μετά, σε δύο γκρουπ μαθητών, το πειραματικό (E) και το γκρουπ ελέγχου (C) (Cohen, Manion & Morrison 2007, p.283). Επίσης, έγινε τροποποίηση του ημι-πειραματικού σχεδιασμού με την εισαγωγή ενός δεύτερου τεστ-μετά με σκοπό τον έλεγχο της συγκράτησης της γνώσης.

Πειραματική Ομάδα (E): $O_1 \quad X \quad O_2$

Ομάδα Ελέγχου (C): $O_3 \quad O_4$

όπου O_1, O_2, O_3, O_4 , είναι οι εξαρτημένες μεταβλητές που μετράμε (ο έλεγχος της κατανόησης και συγκράτησης της διδαχθείσας ενότητας) και X η πειραματική μεταβλητή (το παιχνίδι).

Οι ομάδες (E) και (C) ελέγχθηκαν ως προς την ισοδυναμία τους, έτσι ώστε οποιαδήποτε διαφορά στα τεστ μετά να μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της μεταβλητής X και όχι στην ανομοιογένεια των δύο ομάδων. Η επιλογή των τμημάτων κάθε τάξης για πειραματικές ομάδες και ομάδες ελέγχου έγινε τυχαία, αλλά στη συνέχεια ελέγχθηκαν ως προς την ισοδυναμία τους με το μη συσχετισμένο έλεγχο (independent samples t-test) με τον εξής τρόπο:

❖ για τα τμήματα της Α' Λυκείου έγινε σύγκριση του βαθμού στις φυσικές επιστήμες στη Γ' Γυμνασίου (μέσος όρος φυσικής και χημείας) όπως αναγράφεται στα απολυτήρια που εστάλησαν στο Λύκειο μας. Δε βρέθηκε να υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους

❖ για τα τμήματα της Β' Λυκείου έγινε σύγκριση των βαθμών της χημείας της Α' Λυκείου. Δε βρέθηκε να υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους

Στις δυο προσεγγίσεις οι μαθησιακοί στόχοι και το υλικό προς εκμάθηση ήταν ακριβώς ίδια, οπότε πιθανές παρατηρούμενες διαφορές στα αποτελέσματα της μάθησης να μπορούν δυνητικά να αποδοθούν στη διαφορετική μέθοδο που επιλέχθηκε. Πιο συγκεκριμένα, το **ερευνητικό ερώτημα** το οποίο καλείται να απαντηθεί με την εργασία είναι «σε ποιο βαθμό συμβάλλει στην κατανόηση, τη μάθηση και την συγκράτηση στη μακροπρόθεσμη μνήμη η εφαρμογή παιχνιδιών με κάρτες κατά τη διδασκαλία επιλεγμένων ενοτήτων χημείας Α' και Β' Λυκείου»

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στην πρώτη έγινε χρήση των παιχνιδιών και στη δεύτερη (Ομάδα Β) έγινε μετωπική διδασκαλία. Ο σχεδιασμός περιελάμβανε ένα τεστ την επόμενη μέρα της διδασκαλίας και το ίδιο τεστ 8-12 βδομάδες μετά.

Επιμέρους στόχος ήταν να παρατηρηθεί ο βαθμός δεκτικότητας των μαθητών απέναντι σε μια μέθοδο διδασκαλίας που είναι πιθανόν να μην έχουν συναντήσει ξανά. Να σημειωθεί ότι αυτό δε μετρήθηκε ούτε ποσοτικά ούτε ποιοτικά, αλλά μάλλον αποτιμήθηκε δια της παρατήρησης των μαθητών και των ομάδων από τον συντονιστή καθηγητή και δια της έκφρασης γνώμης, ή τυχόν ενθουσιασμού ή αποδοκιμασίας από μαθητές.

Με βάση λοιπόν τη βιβλιογραφική έρευνα η ερευνητική υπόθεση ήταν ότι οι μαθητές που θα διδαχθούν τις χημικές έννοιες με τη χρήση των παιχνιδιών θα επιδείξουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

4.2 Συμμετέχοντες/Δείγμα

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 7^ο ΓΕΛ Νέας Σμύρνης κατά τις σχολικές χρονιές 2015-16 και 2016-2017. Βρίσκεται σε μια μεσοαστική περιοχή όπου ο τρόπος ζωής των κατοίκων είναι παρόμοιος. Θεωρήθηκε λοιπόν πως δε διαφέρει σημαντικά το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο των μαθητών αλλά και το ακαδημαϊκό επίπεδο των γονέων. Το δείγμα έρευνας είχε 240 μαθητές ηλικίας 15-16 εκ των οποίων οι 49 συμμετείχαν στην έρευνα

όχι ενός, αλλά δύο παιχνιδιών. Δηλαδή έλαβαν μέρος 191 μαθητές ηλικίας 15-16 χρονών. Οι 127 ήταν μαθητές της Α' Λυκείου και οι 64 της Β' Λυκείου. Στην Α' Λυκείου συμμετείχαν 5 τμήματα το 2015-16 και 3 τμήματα το 2016-17, σύνολο οκτώ, εκ των οποίων τέσσερα διδάχθηκαν με τη χρήση παιχνιδιών, ένα τμήμα με παιχνίδι συνδυαστικά με μετωπική διδασκαλία, και τρία μόνο με μετωπική διδασκαλία. Στη Β' Λυκείου συμμετείχαν τρία τμήματα εκ των οποίων τα δυο διδάχθηκαν με τη χρήση παιχνιδιού και το ένα με τη μετωπική διδασκαλία. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων της έρευνας εξαιρέθηκε ένα παιδί της Β' Λυκείου με ειδικές μαθησιακές ανάγκες και όσοι μαθητές απουσίαζαν και έχασαν την πρώτη ώρα εφαρμογής των παιχνιδιών.

Πίνακας 3: Αριθμός τμημάτων και μαθητών

	Πειραματικές Ομάδες		Ομάδες Ελέγχου	
	Τμήμα/Έτος	Αριθμός μαθητών	Τμήμα/Έτος	Αριθμός μαθητών
(Chem) ₄ mula	A2 (2015-16)	18	A1 (2015-16)	19
	A3 (2015-16)	19		
	A2 (2016-17)	24	A1 (2016-17)	24
ValenShells	A2 (2016-17)	24	A1 (2016-17)	26
	A3 (2016-17)	21		
memOrganic	B1 (2015-16)	21	B3 (2015-16)	22
	B2 (2015-16)	21		

4.3 Υλικά

Σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τρία επιτραπέζια παιχνίδια με κάρτες:

α) το (Chem)₄mula στην Α' Λυκείου στην ενότητα Γραφή και Ονοματολογία Χημικών Τύπων

β) το ValenShells στην Α' Λυκείου στην ενότητα Χημικοί Δεσμοί

γ) το MemOrganic στη Β' Λυκείου στην ενότητα Ομόλογες Σειρές Οργανικών Ενώσεων

4.3.1 (Chem)₄mula

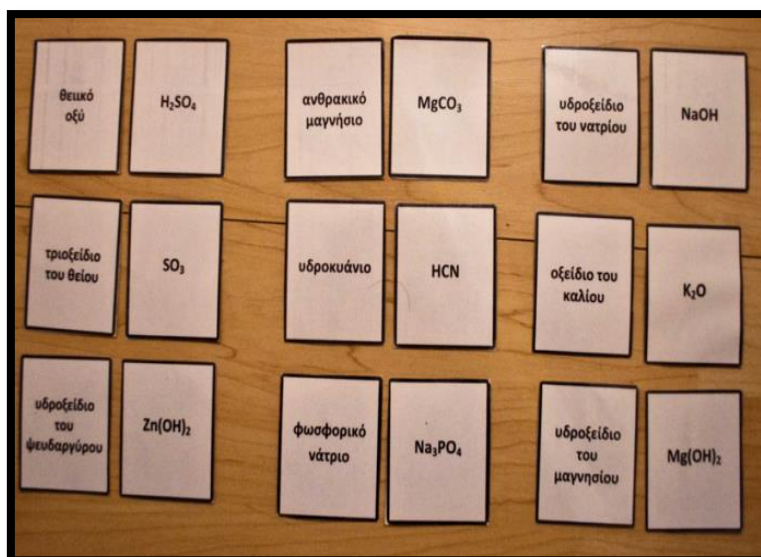
- Τάξη: Α' Λυκείου
- Διδακτικές ενότητες:
- Ταξινόμηση ανόργανων ενώσεων σε οξέα, βάσεις, οξείδια, άλατα
- Ονοματολογία
- Απαιτούμενος χρόνος: 2 διδακτικές ώρες
- Υλικά:

- 240 πλαστικοποιημένες κάρτες διπλής όψης μεγέθους 6,5x5,5cm

- έγχρωμο φύλλο οδηγιών και φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα Ι)

- Σύντομη περιγραφή

➤ Γίνεται χωρισμός σε ομάδες των 4 ή 5 παιχτών. Με τις κάρτες του παιχνιδιού πραγματοποιούνται 2 διαφορετικές δραστηριότητες, κάθε μία από τις οποίες απαιτεί μία διδακτική ώρα. Στην πρώτη δραστηριότητα κάθε ομάδα παίρνει 20 κάρτες με χημικούς τύπους που πρέπει να ταξινομήσουν σε 4 διαφορετικές στήλες (από 5 κάρτες η κάθε μία) με βάση κάτι χαρακτηριστικό που βλέπουν στους χημικούς τύπους. Το ίδιο επαναλαμβάνεται με καινούριες 20 κάρτες που αντί για χημικούς τύπους, αναγράφουν χημικές ονομασίες. Έπειτα καλούνται να ταιριάξουν σε ζεύγη όλους τους χημικούς τύπους με όλες τις χημικές ονομασίες (Εικόνα 1).



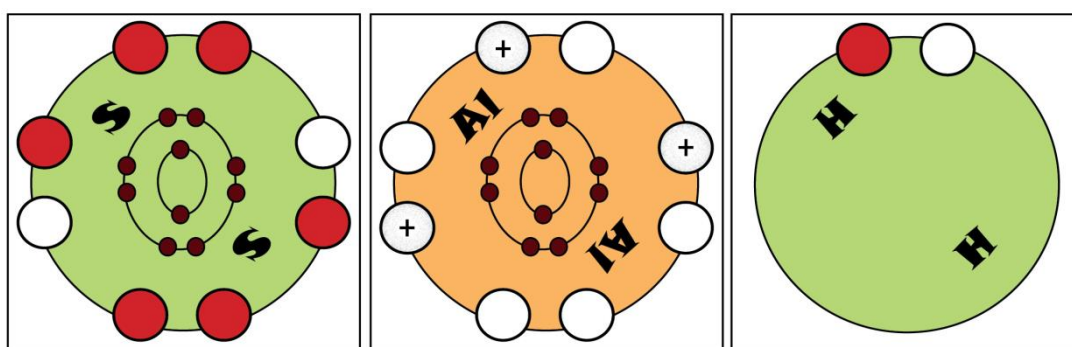
Εικόνα 1: Κάρτες από το παιχνίδι (Chem)₄mula

Στη δεύτερη δραστηριότητα κάθε ομάδα παίρνει πάλι 20 κάρτες, οι οποίες όμως μοιράζονται στους παίχτες. Το παιχνίδι έχει τη λογική του γνωστού παιχνιδιού «Γαίδαρος», και βασίζεται στα αντανάκλαστικά και στην κατανόηση του περιεχομένου της πρώτης ενότητας (βλ. Παράρτημα Ι).

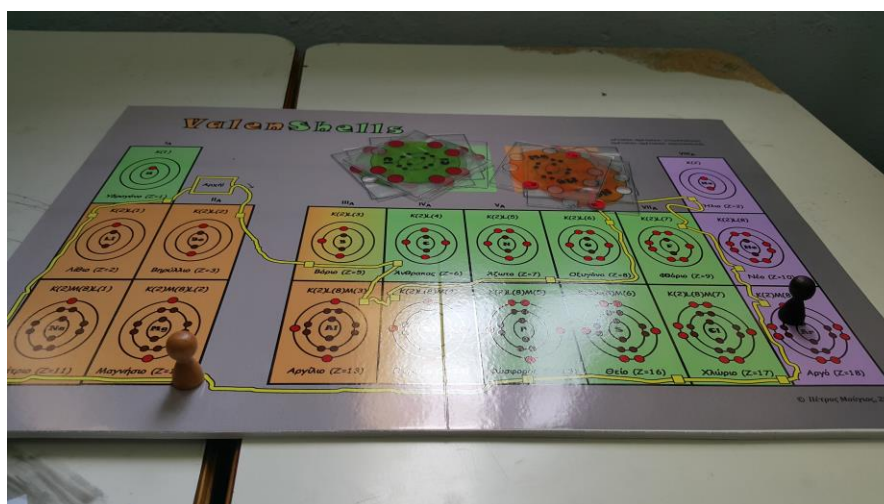
4.3.2 ValenShells

- Τάξη: Α' Λυκείου
- Διδακτική ενότητα: Ετεροπολικός και Ομοιοπολικός δεσμός
- Απαιτούμενος χρόνος: 1 ή 2 διδακτικές ώρες
- Υλικά:
 - 120 διαφανείς πλαστικοποιημένες έγχρωμες κάρτες διπλής όψης μεγέθους 6,5x6,5cm
 - έγχρωμο ταμπλό με σκληρή βάση (εικόνα 3)
 - 5 πιόνια, 5 ζάρια
 - έγχρωμο φύλλο οδηγιών (βλ. Παράρτημα ΙΙΙ)
 - φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα ΙV)
- Σύντομη περιγραφή

Γίνεται χωρισμός σε ομάδες των 4 ή 5 παιχτών. Αν η ομάδα έχει 4 παίκτες, χωρίζονται σε δυο αντίπαλες υποομάδες των 2 ατόμων, ενώ αν έχει 5 παίκτες, ο πέμπτος παίκτης είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο των κανόνων. Κάθε παίκτης ρίχνει το ζάρι και προχωράει το πιόνι του πάνω στο ταμπλό. Ανάλογα με το χρώμα του στοιχείου που θα σταματήσει πρέπει να τραβήξει μια κάρτα (Σχήμα 9) και να προσπαθήσει να την ταιριάξει με κάποια άλλη σύμφωνα με τους κανόνες (βλ. Παράρτημα III). Το παιχνίδι συνεχίζεται μέχρι να τελειώσουν όλες οι κάρτες, οπότε και αναδεικνύεται ο νικητής που έχει κάνει τα περισσότερα «ταιριάσματα».



Σχήμα 9: Κάρτες από το παιχνίδι (Chem)₄mula



Εικόνα 2: Το ταμπλό του ValenShells

4.3.3 MemOrganic

- Τάξη: Β' Λυκείου
- Διδακτικές ενότητες: Ομόλογες Σειρές, Γ.Μ.Τ., Χαρακτηριστικές ομάδες

➤ Απαιτούμενος χρόνος: 1-2 διδακτικές ώρες

➤ Υλικά:

- 255 έγχρωμες κάρτες διπλής όψης μεγέθους 9x4,5cm (εικόνα 4)

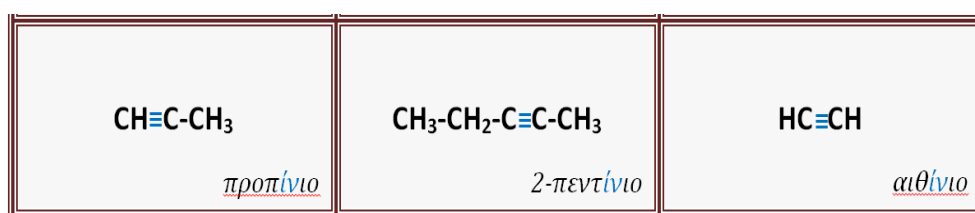
- 5 πλαστικές θήκες

- έγχρωμο φύλλο οδηγιών (βλ. Παράρτημα VI)

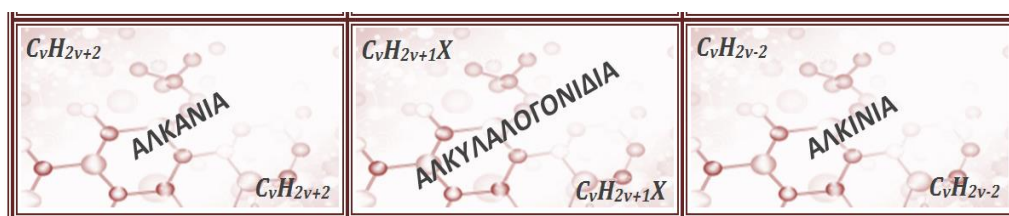
- φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα VII)

➤ Σύντομη περιγραφή

Γίνεται χωρισμός σε ομάδες των 4 ή 5 παιχτών. Τοποθετούνται 5 κάρτες ανοιχτές σε κύκλο και για 30 δευτερόλεπτα προσπαθούν οι παίκτες να απομνημονεύσουν τη θέση κάθε κάρτας στον κύκλο. Στη συνέχεια οι κάρτες τοποθετούνται ανάποδα (σχήμα 11) και με τη σειρά του κάθε παίχτης τραβάει μια κάρτα ανοιχτή από μία θήκη και προσπαθεί να θυμηθεί με ποια από τις κλειστές κάρτες ταιριάζει. Όταν τελειώσει ο πρώτος γύρος με το πακέτο καρτών Α, τότε η ομάδα συμπληρώνει την πρώτη σελίδα του φύλλου εργασίας και στη συνέχεια παίρνει το πακέτο καρτών Β, όπου και επαναλαμβάνει τη διαδικασία. Νικητής είναι ο μαθητής που θα συγκεντρώσει τις περισσότερες κάρτες.



Σχήμα 10: Κάρτες του παιχνιδιού memOrganic (εμπρός όψη)



Σχήμα 11: Κάρτες του παιχνιδιού memOrganic (οπίσθια όψη)



Εικόνα 3: Μερικές από τις κάρτες του memOrganic

4.4 Εργαλεία

Ως εργαλεία αξιολόγησης στην ποσοτική έρευνα που έγινε, χρησιμοποιήθηκαν 3 τεστ, ένα για κάθε παιχνίδι. Για κάθε παιχνίδι, το ίδιο τεστ χρησιμοποιήθηκε τρεις φορές:

- την προηγούμενη μέρα της εφαρμογής του παιχνιδιού ως pre-test, για να εξακριβωθεί αν υπάρχουν παιδιά που πηγαίνουν φροντιστήριο ή κάνουν ιδιαίτερο μάθημα και έχουν ήδη διδαχτεί την ενότητα (αυτό εφαρμόστηκε μόνο στη Β' Λυκείου)
- την επόμενη διδακτική ώρα, δηλαδή τη μέρα που είχανε ξανά μάθημα χημείας, Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί αν το παιχνίδι βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τις διδαχθείσες έννοιες
- κάποιες βδομάδες μετά τη διδασκαλία της ενότητας, έτσι ώστε να ελεγχθεί η συγκράτηση της γνώσης. Στο (Chem)₄mula και το memOrganic το διάστημα αυτό ήταν 12 βδομάδες ενώ στο ValenShells ήταν 8 βδομάδες, γιατί το παιχνίδι χρησιμοποιήθηκε τέλη Μαρτίου και δεν υπήρχε δυνατότητα και μεγαλύτερο χρονικό παράθυρο, λόγω λήξης του σχολικού έτους μαθημάτων το Μάιο.

Στο memOrganic το ίδιο τεστ δόθηκε στους μαθητές μια επιπλέον φορά, στο τέλος της διδασκαλίας, μετά ακριβώς το παιχνίδι, αλλά δεν αξιολογήθηκε διότι παρατήρησα πως κάποιοι μαθητές απαντούσαν μάλλον με

τρόπο πρόχειρο και βιαστικό, καθώς είχε ήδη χτυπήσει το κουδούνι για διάλειμμα και πιθανόν βιάζονταν να βγουν έξω.

Τα τεστ, διάρκειας 15-25 λεπτών, δημιουργήθηκαν από τον γράφοντα. Αποτελούνταν σχεδόν αποκλειστικά από ερωτήσεις κλειστού τύπου. Οι ερωτήσεις αυτού του τύπου έχουν το πλεονέκτημα της βραχύτητας του χρόνου που απαιτείται για να γίνει η εξέταση αλλά και αυξημένης διακριτικής ικανότητας της δοκιμασίας, αφού στο ίδιο τεστ μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετές ερωτήσεις διαφορετικού βαθμού δυσκολίας, πράγμα που δεν είναι εύκολα εφικτό σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου (Κασσωτάκης 1981, σελ.175). Ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία για τα τεστ:

- μελετήθηκαν οι αντίστοιχες ενότητες του σχολικού βιβλίου και το πρόγραμμα σπουδών της χημείας στο γυμνάσιο
- μελετήθηκε η σχετική βιβλιογραφία που αφορά τις παρανοήσεις των μαθητών και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση ή εκμάθηση των συγκεκριμένων χημικών εννοιών (βλ. §3.2.2, σελ.49)
- δημιουργήθηκαν ερωτήσεις που να ελέγχουν την επίτευξη ή όχι όλων των διδακτικών στόχων, έτσι όπως αυτοί είχαν καθοριστεί κατά τη φάση σχεδιασμού των παιχνιδιών (Πίνακας 4). Στο Valenshells δημιουργήθηκε ένας πίνακας με κενά προς συμπλήρωση.

Πίνακας 4: Αντιστοίχιση των ερωτήσεων των τεστ με διδακτικούς στόχους

Διδακτικοί στόχοι (βλ. §3.2.2)	Ερωτήσεις τεστ
<i>memOrganic</i>	
Να αναφέρουν τους Γ.Μ.Τ. των 11 ομόλογων σειρών (αλκένια, αλκένια, αλκαδιένια, αλκυλαλογονίδια, καρβοξυλικά οξέα, εστέρες, αλδεΐδες, κετόνες, αλκοόλες, αιθέρες) και να τους συσχετίζουν με χαρακτηριστικές ομάδες ή πολλαπλούς δεσμούς	1,2,5,6,10,11,12,13
Να μπορούν να γράφουν παραδείγματα οργανικών ενώσεων από τις 11 ομόλογες σειρές με το συντακτικό τους τύπο	4,8

Να διακρίνουν σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει μία ένωση όταν δοθεί ο συντακτικός της τύπος	3,7
ValenShells	
Να κατανοούν και να εφαρμόζουν τον κανόνα της οκτάδας για μέταλλα και αμέταλλα	1,2,3,4
Να γράφουν τους ηλεκτρονικούς τύπους απλών ετεροπολικών ενώσεων, όταν τους δοθούν τα σύμβολα των στοιχείων με τους ατομικούς τους αριθμούς	5(α), 5(γ)
Να γράφουν τους ηλεκτρονιακούς τύπους διμερών ομοιοπολικών ενώσεων, όταν τους δοθούν τα σύμβολα των στοιχείων με τους ατομικούς τους αριθμούς	5(β), 5(δ)

- σχεδιάστηκε ένα αρχικό δοκιμαστικό τεστ, το οποίο δόθηκε σε έναν συνάδελφο χημικό με 20 χρόνια εμπειρίας με σκοπό να εντοπίσει τυχόν αστοχίες ή ασάφειες και να εκτιμήσει τη δυσκολία του. Επίσης, η αρχική έκδοση του ValenShells είχε δοκιμαστεί πιλοτικά σε δύο ομάδες μαθητών το 2015-16 με στατιστική ανάλυση των απαντήσεων τους, πριν την επίσημη χρήση του παιχνιδιού για ποσοτική έρευνα την επόμενη χρονιά. Με βάση λοιπόν αυτά έγιναν κάποιες τροποποιήσεις στα αρχικά τεστ και δημιουργήθηκαν οι τελικές τους εκδόσεις (Παραρτήματα II, V, VIII).

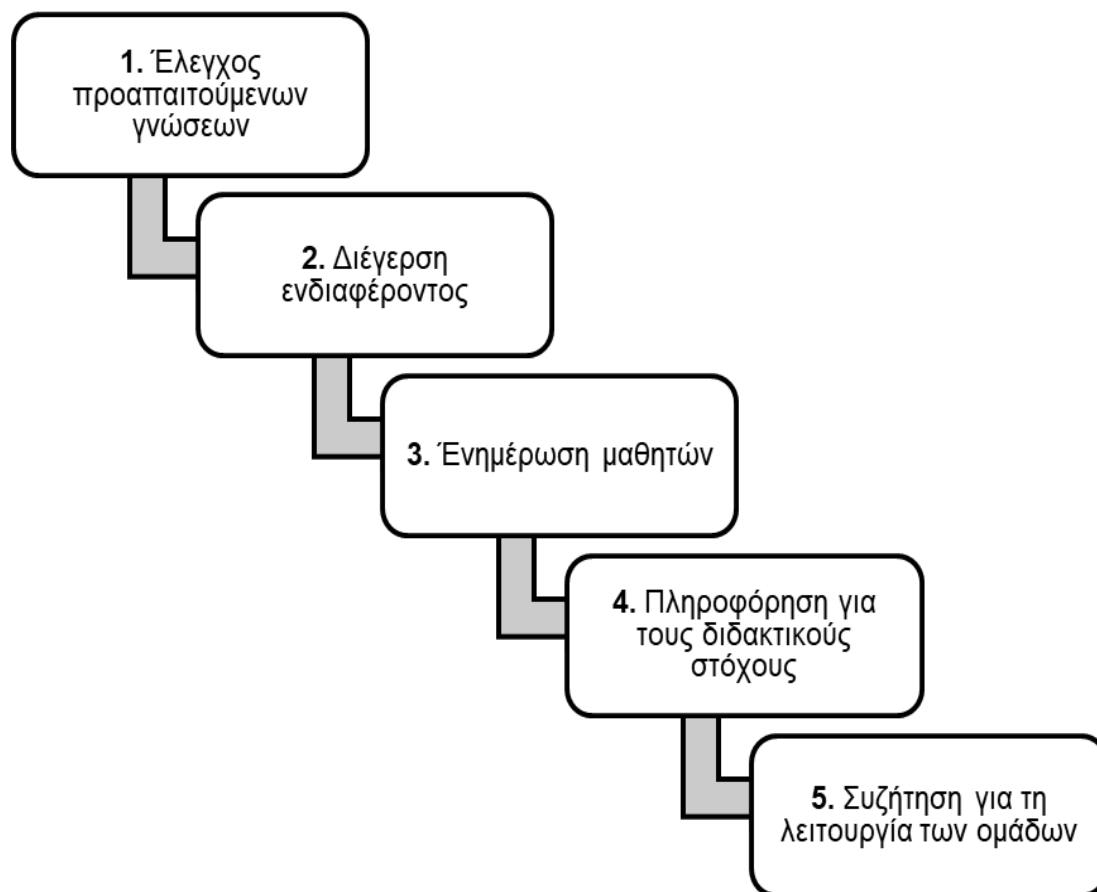


Εικόνα 4: Μία από τις ομάδες παίζει το ValenShells

4.5 Διαδικασία

4.5.1 Προκαταρκτικές διδακτικές ενέργειες

Την προηγούμενη μέρα της εφαρμογής των παιχνιδιών, τα τελευταία 15-20 λεπτά έγιναν οι διδακτικές ενέργειες του σχήματος 12:



Σχήμα 12: Προκαταρκτικές διδακτικές ενέργειες

Οι ενέργειες 1,2,4 συμφωνούν με τις διδακτικές ενέργειες κατά Gagne (Φλουρής 1984, σελ.129-131). Επιλέχθηκε να γίνουν όλες οι παραπάνω ενέργειες στα πειραματικά τμήματα την προηγούμενη μέρα και όχι την ίδια μέρα εφαρμογής του παιχνιδιού, αποκλειστικά για λόγους επάρκειας χρόνου, δηλαδή για να υπάρχει διαθέσιμη όλη η διδακτική ώρα για την εφαρμογή του παιχνιδιού. Αναλυτικότερα:

1. Έλεγχος προαπαιτούμενων γνώσεων

Επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων (§ 4.3.1.) τόσο στα τμήματα ελέγχου όσο και στα πειραματικά. Αυτό έγινε έτσι ώστε να

μπορέσουν να προχωρήσουν στη νέα μάθηση. Με τη διδακτική αυτή ενέργεια, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να υποβοηθήσει την ανάκληση των δυνατοτήτων που βρίσκονται στη νοητική δομή των μαθητών και να τις φέρει στη «συνειδητή μνήμη». Σύμφωνα δε με τον Piaget, προσπαθούμε να ερμηνεύσουμε τον κόσμο με βάση τις προϋπάρχουσες ικανότητες γνώσεις μας και το επίπεδο ανάπτυξης. Η προηγούμενη γνώση μπορεί να κάνει τους ανθρώπους να κατανοούν καινούρια πράγματα με μη αναμενόμενο τρόπο και επίσης μπορεί να συμβάλλει στη νέα μάθηση (Bransford et al 2005, p.52).

2. Διέγερση του ενδιαφέροντος

Η διδακτική αυτή ενέργεια αποβλέπει στο να ενεργοποιήσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους δημιουργήσει κίνητρα για μάθηση, εδραιώνοντας έτσι την ετοιμότητα τους για μάθηση. Επιτυγχάνεται συχνά με τη χρησιμοποίηση οπτικών ερεθισμάτων. Στα πειραματικά τμήματα έχοντας φέρει το κουτί του παιχνιδιού μέσα στην τάξη, οι μαθητές αμέσως παραξενεύτηκαν και ρώτησαν τι αφορά, οπότε και τους είπα ότι πρόκειται για ένα παιχνίδι και έβγαλα και τους έδειξα μερικές κάρτες στη θέα των οποίων αντέδρασαν με ενθουσιασμό.

3. Ενημέρωση των μαθητών

Έγινε προφορική ενημέρωση των πειραματικών τμημάτων για την πραγματοποίηση της έρευνας και για το ποια δεδομένα θα συλλεχθούν και θα χρησιμοποιηθούν. Αυτό έγινε α) για λόγους ηθικής, β) για να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να συμμετέχουν με σοβαρότητα στα παιχνίδια.

4. Πληροφόρηση για τους διδακτικούς στόχους

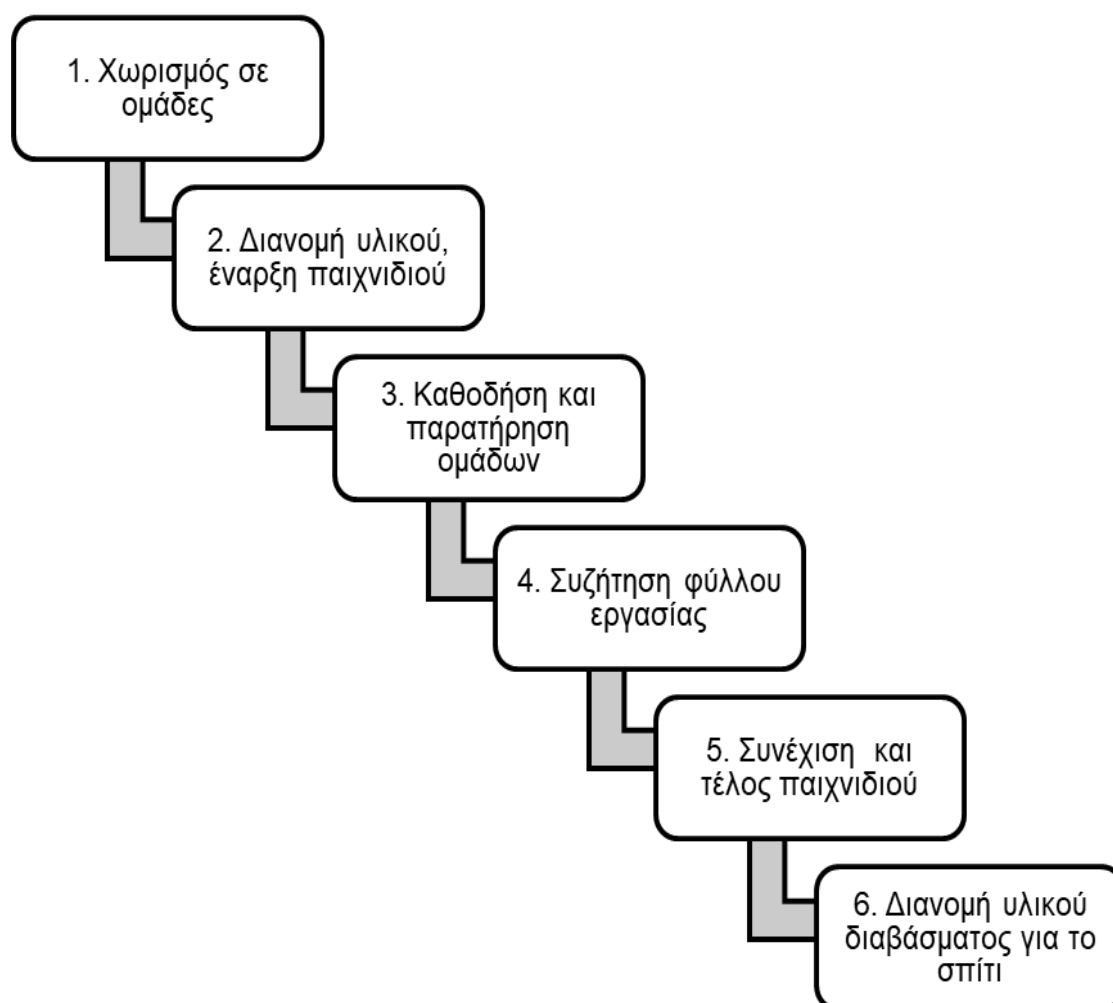
Η πληροφόρηση των μαθητών για τους διδακτικούς στόχους που επιδιώκει η διδασκαλία έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη επίδοση τους αλλά και τη μεγαλύτερη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Κασσωτάκης 1981, σελ.116). Εδραιώνεται ταυτόχρονα η προσδοκία των μαθητών για το αναμενόμενο αποτέλεσμα και έτσι υποβοηθούνται ώστε η δική τους απόδοση να συμβαδίζει με αυτή που θεωρείται επιθυμητή (Φλουρής 1984, σελ.130).

5. Συζήτηση για τη λειτουργία των ομάδων

Συζητήθηκε ο καθορισμός της αναμενόμενης μορφής κοινωνικής συμπεριφοράς και οι διαδικασίες συνεργασίας. Δηλαδή συζητήθηκε για παράδειγμα αν είναι θεμιτό να σηκώνονται οι μαθητές και να δυσχεραίνουν τη λειτουργία άλλων ομάδων, ή αν κάθε ομάδα θα υποβάλει ερώτηση στο διδάσκοντα μέσω του συντονιστή της ομάδας. Η συνεννόηση αυτή έγινε δεδομένου ότι οι μαθητές στα ελληνικά σχολεία σύμφωνα με την εμπειρία του γράφοντος, έχουν απειρία στον τρόπο λειτουργίας της τάξης σε ομάδες.

4.5.2 Διαδικασίες κατά την ημέρα εφαρμογής του παιχνιδιού

Την ημέρα της εφαρμογής του παιχνιδιού στα πειραματικά τμήματα ακολουθήθηκε η παρακάτω ακολουθία διαδικασιών:



Σχήμα 13: Διαδικασίες κατά την ημέρα εφαρμογής των παιχνιδιών

Πιο αναλυτικά:

1. Χωρισμός σε ομάδες

Χωρίστηκαν οι μαθητές σε ανομοιογενείς ομάδες. Η συνύπαρξη καλών και μέτριων μαθητών εξασφαλίζει τη δυνατότητα φροντιστηριακής βοήθειας (tutoring) στον αδύναμο μαθητή, πράγμα το οποίο μπορεί να συμβάλει στη γνωστική, κοινωνική και ηθική ανάπτυξη των μαθητών, ενώ δίνεται η δυνατότητα προσέγγισης της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης κατά Vygotsky (Ματσαγγούρας 2000, σελ.89). Η σύνθεση των ομάδων καθορίστηκε από το γράφοντα με βάση το επίπεδο του κάθε μαθητή έτσι όπως είχε αξιολογηθεί υποκειμενικά από τον ίδιο τον διδάσκοντα, από την αρχή της χρονιάς μέχρι τη μέρα εφαρμογής του παιχνιδιού. Αυτή η αξιολόγηση ήταν εφικτή δεδομένου πως στην Α' Λυκείου τα δυο παιχνίδια δοκιμάστηκαν το Νοέμβριο και το Μάρτιο αντίστοιχα, και όχι το Σεπτέμβριο, ενώ στη Β Λυκείου είχα ήδη διαμορφωμένη άποψη για το επίπεδο κάθε μαθητή, λόγω του γεγονότος ότι τους είχα μαθητές στην Α' Λυκείου. Για την ενημέρωση των μαθητών υπήρχαν χαρτιά Α4 κολλημένα στην πόρτα της αίθουσας και σε εμφανές σημείο πάνω στον πίνακα με τη σύσταση της κάθε ομάδας και τη χωρική διαρρύθμιση των ομάδων μέσα στην αίθουσα. Επίσης τα θρανία είχαν διαμορφωθεί κατάλληλα την ώρα του διαλείμματος από το διδάσκοντα με τη βοήθεια μαθητών, αντικριστά ανά δύο. Πάνω στα θρανία υπήρχε επίσης κατάσταση κολλημένη με τα ονόματα των μελών της ομάδας. Σε αυτήν την κατάσταση, για το (Chem)₄mula και το memOrganic και για τον επιμερισμό ρόλων στην ομάδα, υπήρχε πίνακας όπου οι ίδιοι έπρεπε να σημειώσουν ποιος θα έχει το ρόλο του συντονιστή και ποιος του γραφέα. Σε κάποιες περιπτώσεις χρειάστηκε επιτόπου να γίνουν τροποποιήσεις λόγω απουσίας μαθητών, έτσι ώστε οι ομάδες να είναι έχουν ει δυνατόν την ίδια αριθμητική σύνθεση. Υπήρξαν κάποιες χλιαρές διαμαρτυρίες μαθητών που ήθελαν να πάνε σε άλλη ομάδα, αλλά τελικά έλαβαν τις προκαθορισμένες θέσεις τους.

2. Διανομή υλικού – έναρξη παιχνιδιού

Μοιράστηκε σε κάθε ομάδα το υλικό του κάθε παιχνιδιού καθώς και τα φύλλα εργασίας. Στο παιχνίδι ValenShells δόθηκε η δυνατότητα στους μαθητές να επιλέξουν το πιόνι τους και το ζάρι τους που ήταν όλα

διαφορετικού σχεδίου και χρώματος. Τα πιόνια είχαν τη μορφή ζώων, πράγμα που τους ενθουσίασε. Ταυτόχρονα δόθηκαν προφορικές οδηγίες. Στο φύλλο εργασίας έγινε καταμερισμός της εργασίας, για παράδειγμα ο πρώτος μαθητής έπρεπε να απαντήσει τις ερωτήσεις 1,2, ο δεύτερος τις 3,4 κ.τ.λ.

3. Καθοδήγηση και παρατήρηση ομάδων

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας παρατηρούσα και κατέγραφα την αλληλεπίδραση των μαθητών με το παιχνίδι αλλά και με τα άλλα μέλη της ομάδας. Σε κάποιες δραστηριότητες ήταν παρών και δεύτερος καθηγητής των φυσικών επιστημών. Σε όλη τη διάρκεια, οι παρόντες καθηγητές παρείχαν διαδικαστική βοήθεια στους μαθητές, χωρίς όμως να λαμβάνουν οι ίδιοι μέρος στο παιχνίδι.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην ομαδική δραστηριότητα των παιχνιδιών είναι σύνθετος. Όταν ο απαιτήσει το απαιτούν, ο εκπαιδευτικός πρέπει να είναι έτοιμος να διδάξει συγκεκριμένες κοινωνικές ικανότητες ή να υποδείξει διαδικασίες επεξεργασίας του υλικού. Εποπτεύει και κατευθύνει τις συνεργατικές δραστηριότητες, ενθαρρύνει τις επιθυμητές μορφές συμπεριφοράς και βοηθά στην εξεύρεση λύσεων χωρίς να τα επιλύει ο ίδιος (Ματσαγγούρας 1998, σελ.533).

Ο βαθμός επέμβασης του καθηγητή και η διάρκεια της θα πρέπει να εξυπηρετούν τις ανάγκες του παιχνιδιού και τους διδακτικούς στόχους κατ' επέκταση. Σε ένα πρώτο επίπεδο ήμουν παρών και παρατηρούσα. Σε δεύτερο επίπεδο, απαντούσα σε απορίες που δημιουργούνταν στους μαθητές, κυρίως σε σχέση με τους κανόνες του παιχνιδιού. Σε τρίτο επίπεδο η εμπλοκή μου ήταν πιο άμεση, όταν χρειάστηκε να δώσω συγκεκριμένη καθοδήγηση σε παίχτη ή να του αναφέρω τις εναλλακτικές. Σε τέταρτο επίπεδο, επέλεξα σε μια περίπτωση να μπω και εγώ στο παιχνίδι ως 5^{ος} παίκτης διότι οι μαθητές της ομάδας είχαν καθυστερήσει να ξεκινήσουν και με αυτό τον τρόπο ήθελα να τους δείξω στην πράξη τους κανόνες αντί να τους παραπέμψω να τις διαβάσουν από το φύλλο οδηγιών.

Να σημειωθεί ότι εδώ ελλοχεύει ο κίνδυνος της ενηλικιοποίησης (adulteration) που σχετίζεται με τον ίδιο τον εκπαιδευτικό: αν ο εκπαιδευτικός ως παιδί είχε επιθυμίες για παιχνίδι που δεν συνειδητοποιήθηκαν και δεν

πραγματοποιήθηκαν είτε από φόβο είτε από γονικό έλεγχο, τότε μπορεί ασυνείδητα να γίνει υπερβολικά επεμβατικός, όπως για παράδειγμα κάποιος ενήλικας που παίρνει μια ζωγραφιά από τα χέρια του παιδιού για να του δείξει το «σωστό τρόπο» (Else 2014, p.75).

Σχετικός είναι και ο κίνδυνος της επιμόλυνσης (contamination) όταν ο εκπαιδευτικός επεμβαίνει με πράξεις ή λόγια, π.χ. λόγω ανησυχίας του για την ασφάλεια ή τις κοινωνικές νόρμες, και προσπαθεί να πει στο παιδί πώς να συμπεριφέρεται (Else, ό.π.). Για παράδειγμα κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, να επιβάλει πως οι μαθητές θα ρίχνουν το ζάρι, πως θα κάθονται στις καρέκλες τους, κ.τ.λ. Αν το παιδί λόγω της επέμβασης δυσανασχετήσει, τότε θα επιδείξει πιθανόν αντιδραστική συμπεριφορά.

Αυτά βέβαια δε σημαίνουν ότι ο συντονιστής εκπαιδευτικός δε θα εμπλακεί σε διαφωνίες μεταξύ των παιδιών όταν για παράδειγμα υπάρχουν θέματα με τους κανόνες ή με διακανονισμούς. Ή ακόμα στην ακραία περίπτωση που υπάρχει συμπαιγνία από μαθητές για να δοκιμάσουν τον εκπαιδευτικό, οπότε και αυτός πρέπει να παραμείνει ψύχραιμος και «να είναι υποκειμενικός με το κάθε παιδί αλλά αντικειμενικός σε αυτό που κάνει το παιδί» (Sturrock 1998, p.24). Στα παιχνίδια που δοκιμάστηκαν δεν υπήρξαν περιπτώσεις έντονων διαφωνιών μεταξύ των μαθητών που να δημιουργήσουν πρόβλημα.

4. Συζήτηση Φύλλου εργασίας

Όταν δόθηκε το υλικό του παιχνιδιού, μοιράστηκε και ένα φύλλο εργασίας (Φ.Ε.) σε κάθε ομάδα (Παραρτήματα I, IV, VII). Στο ValenShells κάθε παίχτης που κατάφερνε να σχηματίζει μια ένωση, έπρεπε να συμπληρώσει μία γραμμή στον πίνακα του Φ.Ε. Στα υπόλοιπα δύο παιχνίδια, η συμπλήρωση του Φ.Ε. γίνονταν στο τέλος κάθε γύρου, είτε ατομικά (κάθε μαθητής απαντούσε συγκεκριμένες ερωτήσεις του Φ.Ε.), είτε κατόπιν συζήτησης με τα μέλη της ομάδας.

Τα Φ.Ε. χρησιμοποιήθηκαν ώστε:

α) Να αποτελέσουν εργαλείο διαμορφωτικής αξιολόγησης. Διαμορφωτική αξιολόγηση είναι η διαδικασία που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και παρέχει

ανατροφοδότηση, έτσι ώστε να γίνει άμεσα αναπροσαρμογή της διδασκαλίας για να βελτιωθεί η επίτευξη των διδακτικών στόχων από τους μαθητές. (Porham 2008, p.5). Η διαμορφωτική αξιολόγηση φανερώνει τον τρόπο σκέψης των μαθητών και τους δίνει ανατροφοδότηση για να ξαναπροσπαθήσουν, πράγμα που είναι ένα ισχυρό εργαλείο για μάθηση (Bransford et al 2005, p.33) ενώ έχει βρεθεί ότι συμβάλλει στη βελτίωση της επίδοσης των μαθητών (Black & William 1998). Επιδίωξη της διαμορφωτικής αξιολόγησης δεν είναι να τοποθετηθεί αξιολογικά ο μαθητής ανάμεσα στους συμμαθητές του, αλλά να καθοριστεί κατά πόσο ο καθένας πέτυχε το στόχο ή τους στόχους της διδασκαλίας (Κασσωτάκης 1981, σελ. 27). Με βάση τα λάθη που έκαναν οι μαθητές στις ερωτήσεις του Φ.Ε. δόθηκε η ευκαιρία να επισημανθούν και να διευκρινιστούν κάποια σημεία από τον διδάσκοντα.

β) Να επιτευχθεί μεταφορά της μάθησης μεταξύ των μαθητών. Κατά τη συμπλήρωση των Φ.Ε. οι μαθητές συζητούν μεταξύ τους για τις απαντήσεις, σχολιάζουν, διαφωνούν ή συμφωνούν, παίρνουν ανατροφοδότηση. Κάποιοι μαθητές μπορεί να γίνουν οι «Σημαντικοί Άλλοι» (More Knowledgeable Other) της κοινωνικοπολιτισμικής θεωρίας του Vygotsky που ωθούν τους συμμαθητές τους στα όρια της επικείμενης ανάπτυξης.

γ) Να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές την εκπαιδευτική λειτουργία του παιχνιδιού. Τους μαθητές στο παιχνίδι τους ενδιαφέρει μόνο ποιος νίκησε και όχι ποιος έμαθε. Έτσι κρίνεται σκόπιμη η ανασκόπηση με το Φ.Ε. Όπως περιγράφει και το μοντέλο σχεδιασμού παιχνιδιών με κάρτες της Kordaki (2015) το παιχνίδι πρέπει να συνοδεύεται από κάποιες εργασίες-αναθέσεις που πρέπει να δοθούν στους μαθητές ώστε να κατακτήσουν αυτές τις έννοιες.

5. Συνέχιση και τέλος παιχνιδιού

Η αρχιτεκτονική των παιχνιδιών αλλά και η εργασία σε ομάδες ήταν πρόσφορο έδαφος στην εφαρμογή της φθίνουσας καθοδήγησης (scaffolding) δηλαδή την παροχή κατάλληλης βοήθειας στους μαθητές έτσι ώστε ομαλά και σταδιακά να καταλάβουν τις διδασκόμενες έννοιες. Όπως η σκαλωσιά είναι μια κατασκευή που χρησιμεύει στην οικοδόμηση ενός κτιρίου, έτσι και η υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη των δυνατοτήτων του μαθητή. Ο Bruner ορίζει τη φθίνουσα καθοδήγηση ως τη

διαδικασία εκείνη «που επιτρέπει σε ένα παιδί να λύσει ένα πρόβλημα, να φέρει εις πέρας μία εργασία, ή να επιτύχει ένα στόχο, που μόνος του δε θα μπορούσε να το κάνει». Η διαδικασία αυτή υποστηρίζεται από τον εκπαιδευτικό που «ελέγχει» τα στοιχεία εκείνα που είναι πέρα από την προσωπική δυνατότητα του μαθητή και επιτρέπει στο μαθητή να αναπτύξει το επίπεδο ικανοτήτων του, πολύ περισσότερο με το αν αφήνονταν μόνος του να το προσπαθήσει (Bruner et al 1976).

Η υποστήριξη θα πρέπει να ελαττώνεται ή να αφαιρείται μόλις ο μαθητής αποκτήσει την ικανότητα για το εκάστοτε έργο ή δραστηριότητα. Στην αρχή, πέρασα από κάθε ομάδα δίνοντας διευκρινήσεις για τους κανόνες και την αρχική τοποθέτηση των καρτών, απαντώντας στις ερωτήσεις που αφορούσαν τον τρόπο που παίζεται το παιχνίδι. Στη συνέχεια έδωσα διακριτική βοήθεια σε κάποιους μαθητές που με ρωτούσαν, παρέχοντας τους έτσι τις στρατηγικές σκέψης που θα τους βοηθήσουν στην κατανόηση του αντικειμένου. Για παράδειγμα:

- Μαθητής: «Το κάλιο με το χλώριο τι δεσμό κάνει;»

- Εκπαιδευτικός: «Αν δεν είσαι σίγουρη αν ο δεσμός που σχηματίζεται είναι ετεροπολικός ή ομοιοπολικός θα πρέπει να δεις αν μπορεί κάποιο στοιχείο να δώσει ένα ή περισσότερα από τα κόκκινα αυτοκόλλητα ηλεκτρόνια».

Προς το τέλος του παιχνιδιού οι ομάδες τα κατάφερναν χωρίς βοήθεια. Έχει ενδιαφέρον ότι το ρόλο στην καθοδήγηση τον έπαιρναν αυτοβούλως και αρκετοί μαθητές στις ομάδες και μάλιστα όχι συνέχεια οι ίδιοι, όπως ακριβώς σε ένα φιλικό επιτραπέζιο παιχνίδι ή παιχνίδι με τράπουλα του εμπορίου κάποιο θα έχουν καταλάβει καλύτερα τους κανόνες ή θα βοηθούν ένα συμπαίκτη τους όταν έρχεται η σειρά του να παίξει. Επίσης λόγω της αρχιτεκτονικής των παιχνιδιών γίνεται άμεση αναγνώριση λαθών και διόρθωση κάτι που είναι χαρακτηριστικό της καθοδήγησης: αν κάνει λάθος, ή θα το δει από μόνος του και θα το διορθώσει, ή θα του το επισημάνουν οι άλλοι, είτε δε θα κερδίσει πόντο και στον επόμενο γύρο θα είναι προσεκτικότερος. Επίσης, κατευθύνεται η προσοχή των παιδιών σε συγκεκριμένα σημεία, ενώ μέσω των κανόνων υποβοηθούνται να κατανοούν

καλύτερα την ακολουθία των βημάτων για την επίλυση. Και τα δυο αυτά είναι ειδικές πλευρές της καθοδήγησης.

Και τα τρία παιχνίδια μπορούσαν να ολοκληρωθούν μέσα σε μια διδακτική ώρα, με αρκετή ευελιξία, αφού δεν υπήρχε στους κανόνες προκαθορισμένος αριθμός πόντων ή αριθμός γύρων που θα πρέπει να συμπληρωθούν για να τελειώσει το παιχνίδι. Έτσι στο τέλος της ώρας υπήρχαν ομάδες που είχαν παίξει περισσότερους γύρους από άλλες, το οποίο δεν αποτέλεσε πρόβλημα, αφού δεν η δραστηριότητα δεν περιλάμβανε συναγωνισμό ομάδων ούτε αξιολόγηση της επίδοσης κάθε ομάδας χωριστά.

6. Διανομή υλικού διαβάσματος

Στο τέλος αφιερώθηκαν πέντε περίπου λεπτά για ανασκόπηση της δραστηριότητας με αναφορά στις χημικές έννοιες που πραγματεύτηκαν το παιχνίδι. Επίσης, δόθηκε στους μαθητές υλικό διαβάσματος για το σπίτι (φωτοτυπία με σημειώσεις του διδάσκοντα και ενημέρωση για τις αντίστοιχες σελίδες του σχολικού βιβλίου). Ενημερώθηκαν επίσης πως στο επόμενο μάθημα θα εξεταστούν με εικοσάλεπτο γραπτό τεστ στη συγκεκριμένη ενότητα.

4.6 Ανάλυση δεδομένων

Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η επαγωγική στατιστική (inferential statistics), που περιλαμβάνει τεχνικές που επιτρέπουν την ανάλυση τέτοιων δεδομένων ώστε να γίνει εφικτή η εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων για τους πληθυσμούς, με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται από τα δείγματα (Κατσάνος 2008, σελ.486). Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 20, ενώ εφαρμόστηκαν δυο διαφορετικοί έλεγχοι, ένας με το μη συσχετισμένο έλεγχο t (Independent t-test), και ένας με το δείκτη του βαθμού επιρροής (size effect).

- Μη συσχετισμένος έλεγχος t (Independent t-test)

Χρησιμοποιείται όταν η σύγκριση αφορά δυο διαφορετικά δείγματα του ίδιου πληθυσμού που υποβάλλονται σε διαφορετική δοκιμασία και θέλουμε να

συγκρίνουμε τις μέσες τιμές μιας μεταβλητής για τα δύο δείγματα. Υπολογίζεται ο συντελεστής στατιστικής σημαντικότητας p , που καταδεικνύει αν η παρατηρούμενη διαφορά στα δυο δείγματα μπορεί να οφείλεται στην τύχη. Αν η τιμή του p είναι μεγαλύτερη από .05, τότε η διαφορά δε θεωρείται στατιστικά σημαντική, δηλαδή δεν ανταποκρίνεται στον πραγματικό πληθυσμό- δηλαδή δε γενικεύεται για όλους τους μαθητές (Sullivan and Feinn 2012). Συνήθως, για να λειτουργήσει ο έλεγχος πρέπει να έχουμε μία ποσοτική μεταβλητή και μία ποιοτική η οποία διαχωρίζει τα δεδομένα σε δύο ομάδες παρατηρήσεων (Λαγουμιντζής 2012, σελ.95). Στην έρευνα μου, η μεταβλητή (εξαρτημένη μεταβλητή) που διαχώρισε το δείγμα σε ομάδες είναι το τμήμα της τάξης και η μεταβλητή (ανεξάρτητη μεταβλητή) που μετρήθηκε είναι οι βαθμοί των τεστ.

Η μηδενική υπόθεση H_0 είναι πως δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στους βαθμούς των τεστ μεταξύ των μαθητών που διδάχτηκαν τις χημικές έννοιες με το παιχνίδι και σε αυτούς που διδάχτηκαν με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας ή που διδάχθηκαν με συνδυασμό των δύο (το τελευταίο αφορά μόνο το ValenShells). Η υπόθεση αυτή γίνεται τόσο για τα τεστ της επόμενης μέρας όσο και για τα τεστ ελέγχου συγκράτησης της μάθησης. Ο γενικός κανόνας για την απόρριψη ή την αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης είναι πως αν $p > 0,05$, τότε η υπόθεση γίνεται αποδεκτή σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05. Η τιμή του p στο SPSS ταυτίζεται με την τιμή του συντελεστή δίπλευρης σημαντικότητας (sig 2-tailed). Αν επαληθευτεί η μηδενική υπόθεση θεωρείται ότι η διαπιστούμενη διαφορά μεταξύ των μετρήσεων είναι στατιστικώς μη σημαντική, δηλαδή φαινομενική, και συνεπώς οφείλεται στο δειγματοληπτικό σφάλμα (Sullivan and Feinn 2012).

- Δείκτης του βαθμού επιρροής (size effect)

. Το στατιστικό αυτό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε επειδή ναι μεν η τιμή του p πληροφορεί τον ερευνητή ή τον αναγνώστη αν υπάρχει επίδραση της μεταβλητής σε δύο δείγματα πληθυσμού, αλλά δεν αποκαλύπτει το μέγεθος, την τάξη της διαφοράς (Sullivan and Feinn 2012). Το τεστ σημαντικότητας για τη μηδενική υπόθεση (Null Hypothesis Significance Test-NHST) ουσιαστικά δε μας λέει αν η μηδενική υπόθεση αυτή καθαυτή είναι λάθος, αλλά

απορρίπτει ή αποτυγχάνει να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση (Nakagawa and Cuthill 2007). Επιπλέον, ο δείκτης του βαθμού επιρροής επιτρέπει να γίνουν μετα-αναλύσεις, συγκρίνοντας τους δείκτες βαθμού επιρροής διαφορετικών μελετών, ενώ μπορεί να κατευθύνει μελλοντικές μελέτες ως προς το μέγεθος του δείγματος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί (Lakens 2013).

Ο υπολογισμός του δείκτη βαθμού επιρροής υπολογίζεται από το πηλίκο της διαφοράς της μέσης τιμής των βαθμών των δύο τμημάτων δια τη μέση απόκλιση:

$d = (X_1 - X_2) / s$ όπου X_1 , X_2 οι μέση τιμή των μετρούμενων μεταβλητών στο πειραματικό και στο τμήμα ελέγχου αντίστοιχα, και s η τυπική απόκλιση.

Αν οι τυπικές αποκλίσεις των δυο δειγμάτων είναι (σχεδόν) ίδιες, ως τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται που είναι η τετραγωνική ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των δύο αποκλίσεων και προκύπτει ο δείκτης που ονομάζεται Cohen's d . Αν οι τυπικές αποκλίσεις των δύο δειγμάτων διαφέρουν αρκετά τότε ως τυπική απόκλιση χρησιμοποιείται η τυπική απόκλιση του τμήματος ελέγχου, οπότε υπολογίζεται ο δείκτης Glass Δ (Olejnic and Algina 2000, Larson-Hall 2010, p.258) Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Glass Δ για τον υπολογισμό του βαθμού επιρροής. ο οποίος και χρησιμοποιήθηκε στη στατιστική επεξεργασία αυτής της εργασίας. Μια τιμή 0.20 δείχνει μικρή μόνο επίδραση, 0.50 μέτρια και 0.80 μεγάλη επίδραση (Cohen 1992).

Τα τμήματα που συμμετείχαν στην έρευνα ελέγχθηκαν στην αρχή με independent t-test ως προς την ισοδυναμία τους, έτσι ώστε οποιαδήποτε διαφορά στα τεστ μετά να μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της εφαρμογής των παιχνιδιών και όχι στην ανομοιογένεια των δύο ομάδων. Για τα τμήματα της Α' Λυκείου, ο έλεγχος έγινε με βάση τους προαγωγικούς βαθμούς της Γ' Γυμνασίου στη Χημεία και τη Φυσική. Για τα τμήματα της Β Λυκείου, ο έλεγχος έγινε με βάση τους προαγωγικούς βαθμούς της Α' Λυκείου στη Χημεία. Το τεστ έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των περισσότερων τμημάτων, εκτός από δύο τμήματα της Α' Λυκείου, τα οποία και δε χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα.

Τέλος, σε όλες τις περιπτώσεις ελέγχθηκε αν η εξαρτημένη μεταβλητή ελέγχου (οι βαθμοί των τεστ) προσεγγίζει την κανονική κατανομή. Ο έλεγχος κανονικότητας έγινε με χρήση του Kolmogorov-Smirnov test στο SPSS. Στις περιπτώσεις που οι βαθμοί δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή (δηλαδή $\text{sig} < 0.05$) έγινε μετασχηματισμός τους σε τετραγωνική ρίζα ή σε παραλλαγές της.

4.7 Αποτελέσματα

4.7.1 (Chem)₄mula

Το παιχνίδι δοκιμάστηκε τη χρονιά 2015-16 και τη χρονιά 2016-17. Στο τεστ της επόμενης μέρας, σε καμία περίπτωση δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το αντίθετο όμως συνέβη στο τεστ συγκράτησης: τη χρονιά 2015-16 προέκυψαν $p\text{-value} = 0.021$ και 0.038 και τη χρονιά 2016-17 υπολογίστηκε $p\text{-value} = 0.046$, οπότε η μηδενική υπόθεση για το τεστ συγκράτησης απορρίπτεται. Συνεπώς, μπορούμε να συμπεράνουμε πως στο τεστ συγκράτησης έχουμε στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 στη μέση τιμή της βαθμολογίας ανάμεσα στους μαθητές που χρησιμοποίησαν το παιχνίδι και σε αυτούς που διδάχτηκαν με μετωπική διδασκαλία. Στο τεστ της επόμενης μέρας δεν προκύπτει να υπάρχει τέτοια διαφορά. Μεγάλες τιμές (> 0.70) στο τεστ συγκράτησης υπολογίστηκαν και στο δείκτη βαθμού επιρροής. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα του 2015-16 προέκυψε size effect 1.05 και 0.879 και στην αντίστοιχη του 2016-17 με ένα τμήμα ελέγχου και ένα πειραματικό, τιμή 0.706 (Πίνακας 5).



Εικόνα 5: Δραστηριότητα ταξινόμησης με το (Chem)₄mula

Πίνακας 5: Στατιστική ανάλυση για το (Chem)₄m₁a

(C h e m) ₄ m ₁ a									
		Τεστ επόμενης μέρας				Τεστ συγκράτησης			
Τμήμα	N	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ
<u>Σύγκριση A2 (παιχνίδι) με A1 (διδασκαλία) /2015-16</u>									
A1	19	13,9	5,43	0,354	0,307	12,6	5,93	0,021	1,05
A2	18	15,5	5,22			16,6	3,80		
<u>Σύγκριση A3 (παιχνίδι) με A1 (διδασκαλία) /2015-16</u>									
A1	19	13,9	5,43	0,645	0,143	12,6	5,93	0,038	0,879
A3	19	14,7	5,61			16,1	3,98		
<u>Σύγκριση A2 (παιχνίδι) με A1 (διδασκαλία) /2016-17</u>									
A1	25	14,7	5,24	0,522	0,166	13,9	4,96	0,046	0,706
A2	24	15,5	4,36			16,3	3,40		

4.7.2 ValenShells

Για το μη συσχετισμένο έλεγχο t (independent t -test), μεταξύ του A1 που διδάχτηκε την ενότητα με μετωπική διδασκαλία και του A2 που διδάχτηκε και με το παιχνίδι και με μετωπική διδασκαλία, για το τεστ της επόμενης μέρας προέκυψε $p\text{-value} = 0.699$, και για το τεστ συγκράτησης προέκυψε $p\text{-value} = 0.049 < 0.05$ οπότε η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή μόνο για το τεστ της επόμενης μέρας. Συνεπώς και εδώ μπορούμε να συμπεράνουμε πως στο τεστ συγκράτησης προκύπτει πως έχουμε στατιστικά σημαντική διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 στη μέση τιμή της βαθμολογίας ανάμεσα στους μαθητές που διδάχτηκαν και με τους δύο τρόπους και σε αυτούς που διδάχτηκαν μόνο με μετωπική διδασκαλία, ενώ στο τεστ της επόμενης μέρας δεν προκύπτει να υπάρχει τέτοια διαφορά (Πίνακας 6).

Επίσης δε προέκυψε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ του A2 που διδάχτηκε μετωπικά και με παιχνίδι και του A3 που διδάχτηκε μόνο με παιχνίδι. Για το μη συσχετισμένο έλεγχο t μεταξύ του A1 που διδάχτηκε την ενότητα με μετωπική διδασκαλία και του A3 που διδάχτηκε με το παιχνίδι, για το τεστ της επόμενης μέρας προέκυψε ότι $p\text{-value} = 0.431$, και για το τεστ συγκράτησης προέκυψε $p\text{-value} = 0.187$, οπότε η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή και για τα δύο. Άρα η διδασκαλία με το παιχνίδι δεν επηρέασε ούτε βραχυπρόθεσμα ούτε μακροπρόθεσμα την κατανόηση του τρόπου σχηματισμού χημικών δεσμών μεταξύ των τμημάτων A1 και A3.

Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει και από τη σύγκριση του A2 που διδάχτηκε και με παιχνίδι και με μετωπική διδασκαλία και του A3 που διδάχτηκε μόνο με το παιχνίδι. Για το μη συσχετισμένο έλεγχο t μεταξύ του A1 που διδάχτηκε την ενότητα με μετωπική διδασκαλία και του A3 που διδάχτηκε με το παιχνίδι, για το τεστ της επόμενης μέρας προέκυψε ότι $p\text{-value} = 0.587$, και για το τεστ συγκράτησης προέκυψε $p\text{-value} = 0.613$, οπότε η μηδενική υπόθεση γίνεται αποδεκτή και για τα δύο.

Πίνακας 6: Στατιστική ανάλυση για το ValenShells

ValenShells									
		Τεστ επόμενης μέρας				Τεστ συγκράτησης			
Τμήμα/ 2016-17	N	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ
<u>Σύγκριση A1 (διδασκαλία) με A2 (διδασκαλία και παιχνίδι)</u>									
A1	26	15,0	5,68	0,761	0,051	12,5	5,05	0,048	0,716
A2	24	15,4	3,90			15,0	3,43		
<u>Σύγκριση A1 (διδασκαλία) με A3 (παιχνίδι)</u>									
A1	26	15,0	5,68	0,465	0,210	12,5	5,05	0,193	0,367
A3	21	16,1	4,75			14,3	4,75		
<u>Σύγκριση A2 (διδασκαλία και παιχνίδι) με A3 (παιχνίδι)</u>									
A2	24	15,4	3,90	0,587	-0,179	15	3,43	0,613	0,169
A3	21	16,1	4,75			14,3	4,75		

4.7.3 memOrganic

Τόσο στο τεστ της επόμενης μέρας όσο και στο τεστ συγκράτησης η μηδενική υπόθεση γίνεται δεκτή αφού οι αντίστοιχες τιμές του p είναι 0.165 και 0.365 αντίστοιχα σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05. Επίσης ο δείκτης βαθμού επιρροής είναι μικρός για το τεστ συγκράτησης (0.02 και 0.31). Άρα η διδασκαλία με το παιχνίδι δεν επηρέασε ούτε βραχυπρόθεσμα ούτε μακροπρόθεσμα τη μάθηση των ομόλογων σειρών (Πίνακας 7).



Εικόνα 6: Μαθητές της Β' Λυκείου παίζουν το memOrganic

Πίνακας 7: Στατιστική ανάλυση για το memOrganic

m e m O r g a n i c									
		Τεστ επόμενης μέρας				Τεστ συγκράτησης			
Τμήμα/ 2015-16	N	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ	Μέση Τιμή	Τυπική απόκλιση	p-value	Glass-Δ
<u>Σύγκριση B1 (παιχνίδι) με B3 (διδασκαλία)</u>									
B1	21	16,1	4,18	0,558	0,190	15,3	4,98	0,922	0,02
B3	22	15,3	4,71			15,2	5,00		
<u>Σύγκριση B2 (παιχνίδι) με B3 (διδασκαλία)</u>									
B2	21	17,2	2,63	0,111	0,722	16,2	3,20	0,386	0,31
B3	22	15,3	4,71			15,2	5,00		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

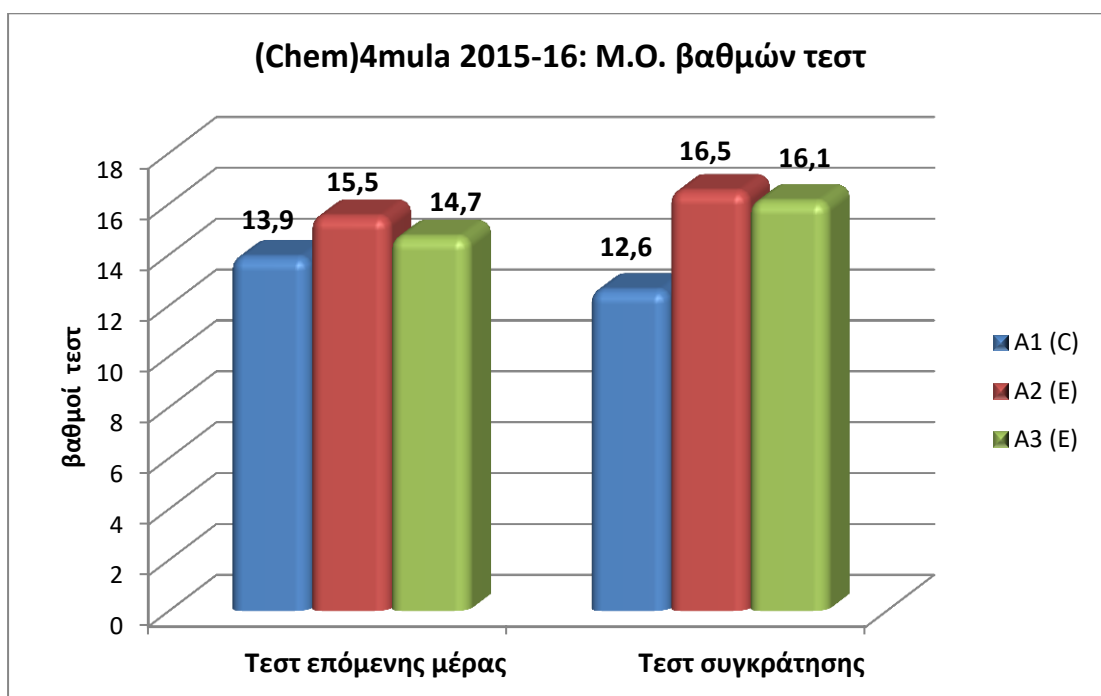
Συζήτηση αποτελεσμάτων

Από την εφαρμογή των τριών παιχνιδιών σε δείγμα 240 μαθητών πρόέκυψε πως τα δύο από τα τρία παιχνίδια συνέβαλαν σημαντικά στη συγκράτηση της γνώσης. Αντίθετα δε φαίνεται να βοήθησαν τους μαθητές να γράψουν καλύτερα στο τεστ της επόμενης μέρας. Επίσης, πως υπάρχει διαφοροποίηση ως προς τα αποτελέσματα, ανάλογα με το αν οι μαθητές φοιτούν στην Α' ή τη Β' Λυκείου, η οποία αναλύεται παρακάτω στο σχολιασμό του memOrganic.

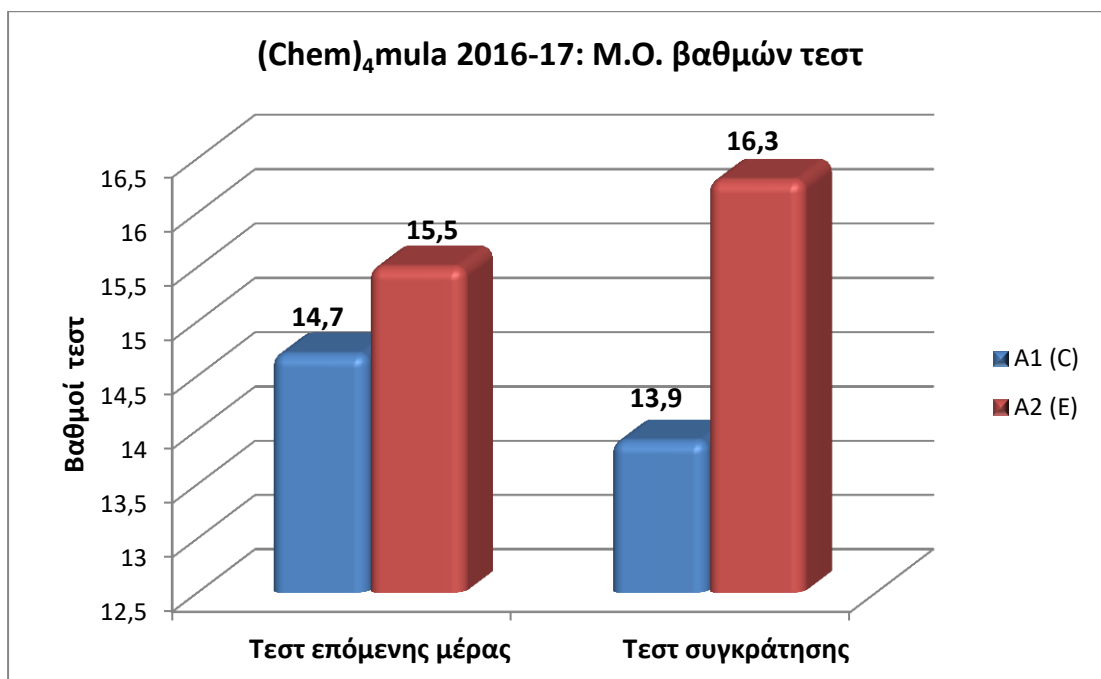
Στα τεστ συγκράτησης στο ValenShells και το (Chem)₄mula προέκυψαν σημαντικά στατιστικές διαφορές ($p < 0.05$) και υπολογίστηκε και μεγάλος βαθμός επιρροής ($d > 0.70$), γεγονός που επιτρέπει να υποθέσουμε ότι σε αυτές τις περιπτώσεις το συγκεκριμένο παιχνίδι όντως συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση και συγκράτηση των εννοιών τις οποίες εισάγει. Μάλιστα στο (Chem)₄mula ήταν πολύ υψηλός ο βαθμός επιρροής (size effect) και στα δυο πειραματικά τμήματα σε σχέση με το τμήμα ελέγχου (1,05 και 0,87).

5.1 (Chem)₄mula

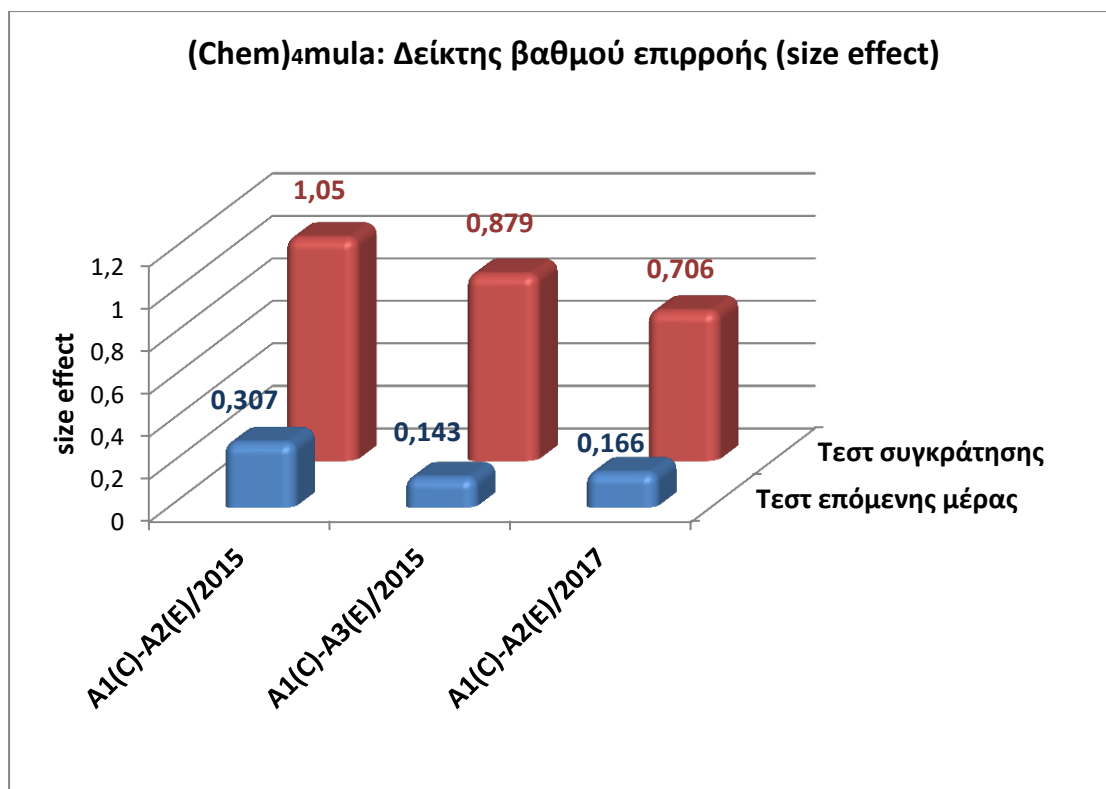
Υπήρξαν σημαντικά βελτιωμένες επιδόσεις στο τεστ συγκράτησης στα τμήματα που εφαρμόστηκε το παιχνίδι σε σχέση με το τμήμα στο οποίο έγινε μετωπική διδασκαλία, όπως φαίνεται και από τους μέσους όρους των τμημάτων στα σχήμα 14, 15. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική (A1-A2 $p = 0.021$ και A1-A3 $p = 0.038$), όπου A1 ήταν το τμήμα ελέγχου. Το μέγεθος της διαφοράς είναι μεγάλο όπως φαίνεται και από το δείκτη βαθμού επιρροής στο σχήμα 16. Αντίθετα στο τεστ της επόμενης μέρας δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Σχήμα 14: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το (Chem)₄mula /2015-16



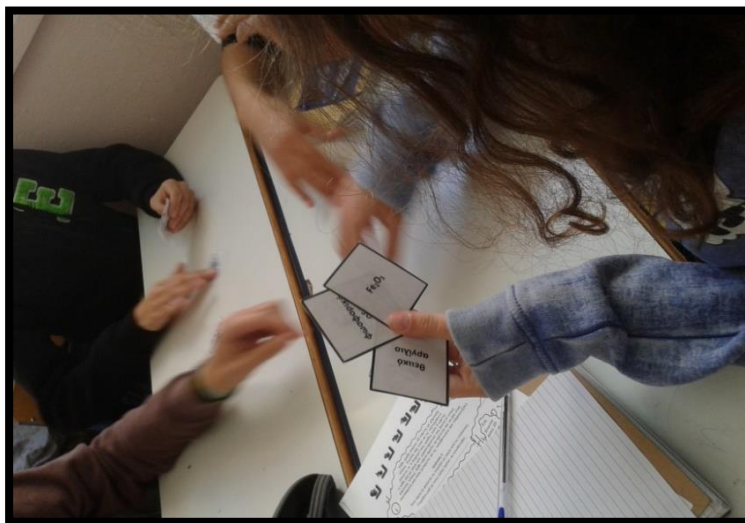
Σχήμα 15: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το (Chem)₄mula /2016-17



Σχήμα 16: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου στο (Chem)₄mula/ 2015-16 και 2016-17

Προκύπτει λοιπόν πως η διπλή δραστηριότητα του (Chem)₄mula με την ταξινόμηση και στη συνέχεια το παιχνίδι με την τράπουλα των χημικών συμβόλων και ονομάτων συνέβαλε στο να θυμούνται καλύτερα οι μαθητές τον τρόπο που γράφονται σωστά οι χημικές ενώσεις αλλά και πως ονομάζονται. Όπως αναφέρθηκε και §3.2.5, η διάκριση κατά τον Gagne είναι ένα σημαντικό πρώτο στάδιο για την ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων. Ουσιαστικά όλο το πρώτο μέρος του (Chem)₄mula είναι μια δραστηριότητα ταξινόμησης/διάκρισης με βάση κάτι χαρακτηριστικό στο όνομα ή στο χημικό τύπο. Όταν κατακτήσει τη διάκριση, ο μαθητής μπορεί να μάθει συγκεκριμένες έννοιες π.χ. να προσδιορίζει την τάξη (βάσεις) στην οποία ανήκουν οι ενώσεις που έχουν την ομάδα υδροξυλίου, δηλαδή με άλλα λόγια όταν μπορεί να δείξει διαφορετικές βάσεις στο τραπέζι, κατέχει ένα κομμάτι της έννοιας «βάση» στη χημεία, σε σχέση με το συμβολισμό της. Επίσης, είναι πιθανόν το χαρακτηριστικό της επαναπαιξιμότητας που υπάρχει στο παιχνίδι με την τράπουλα στο (Chem)₄mula, δηλαδή οι πολλοί σε αριθμό και σύντομοι σε διάρκεια γύροι, να βοήθησε ακόμα και τους αδύναμους μαθητές να

συγκρατήσουν ένα μοτίβο στους χημικούς τύπους για να μπορούν να τους ονομάζουν σωστά.



Εικόνα 7: Δεύτερο μέρος της δραστηριότητας με το (Chem)₄mula

Επίσης ρόλο μπορεί να έπαιξε και το γεγονός ότι το παιχνίδι με την τράπουλα του δεύτερου σκέλους της δραστηριότητας, ήταν προσαρμογή ενός δημοφιλούς παιχνιδιού με χαρτιά το οποίο ήταν γνωστό στους περισσότερους μαθητές. Ιδανικά, ό,τι διδάσκεται στο σχολείο θα πρέπει να συνδέεται με προηγούμενες γνώσεις των μαθητών και με εμπειρίες τους (Bransford et al 2005, p.54) Παίζοντας λοιπόν την παραλλαγή ενός παιχνιδιού που ήδη ξέρουν επειδή το παίζουν με τους φίλους τους, συνδέεται το μάθημα με τα ενδιαφέροντα τους και τους δίνει εσωτερικό κίνητρο.

5.2 ValenShells

Το ValenShells ήταν το πιο σύνθετο παιχνίδι σε ότι αφορά την πολυπλοκότητα των κανόνων, σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τα δυο άλλα παιχνίδια. Αυτό το γεγονός όμως δε φαίνεται να επηρέασε αρνητικά τη χρησιμότητα του παιχνιδιού, όπως καταδεικνύει η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Στο κομμάτι της έρευνας με το ValenShells, υπήρξε μια διαφοροποίηση σε σχέση με τα υπόλοιπα δύο παιχνίδια: αντί για δύο τμήματα που διδάχθηκαν με το παιχνίδι και ένα χωρίς, υπήρχε ένα τμήμα (A3) που

διδάχτηκε μόνο με το παιχνίδι, ένα τμήμα που διδάχτηκε με την παραδοσιακή μέθοδο (A1) και ένα τμήμα (A2) στο οποίο την πρώτη διδακτική ώρα εφαρμόστηκε το παιχνίδι και τη δεύτερη έγινε διδασκαλία μέσα στην τάξη. Στο τμήμα αυτό (A2), όπως φαίνεται στο σχήμα 17, οι μαθητές στο τεστ συγκράτησης σχεδόν διατήρησαν τη βαθμολογία που είχαν γράψει στο τεστ της επόμενης μέρας (μ.ο. τμήματος 15,4 και 15 αντίστοιχα), ενώ οι μαθητές των δύο άλλων τμημάτων δεν τα κατάφεραν το ίδιο καλά (μ.ο. τμήματος 16,1 και 14,3 για το A3 και 15 και 12,5 για το A1 αντίστοιχα).

- *Σύγκριση A1 (μετωπική διδασκαλία) – A2 (παιχνίδι+μετωπική διδασκαλία)*

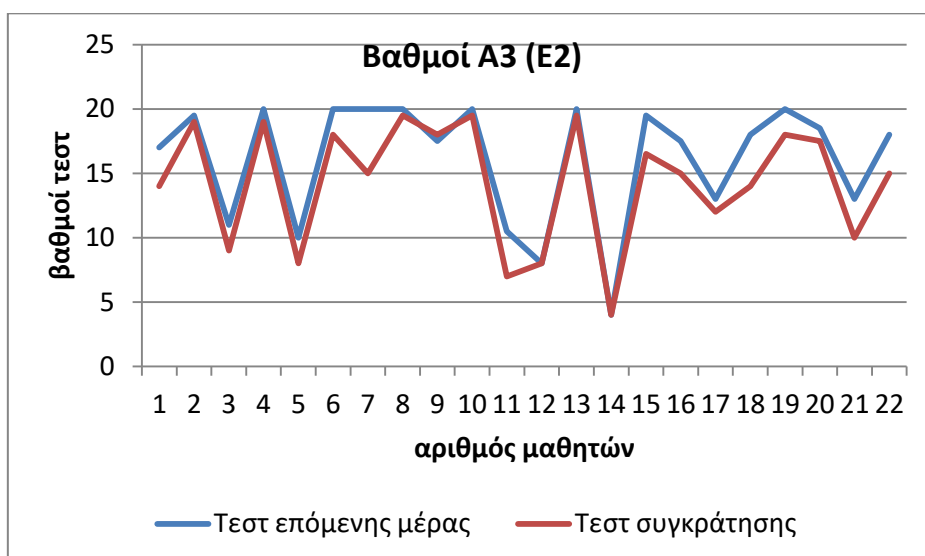
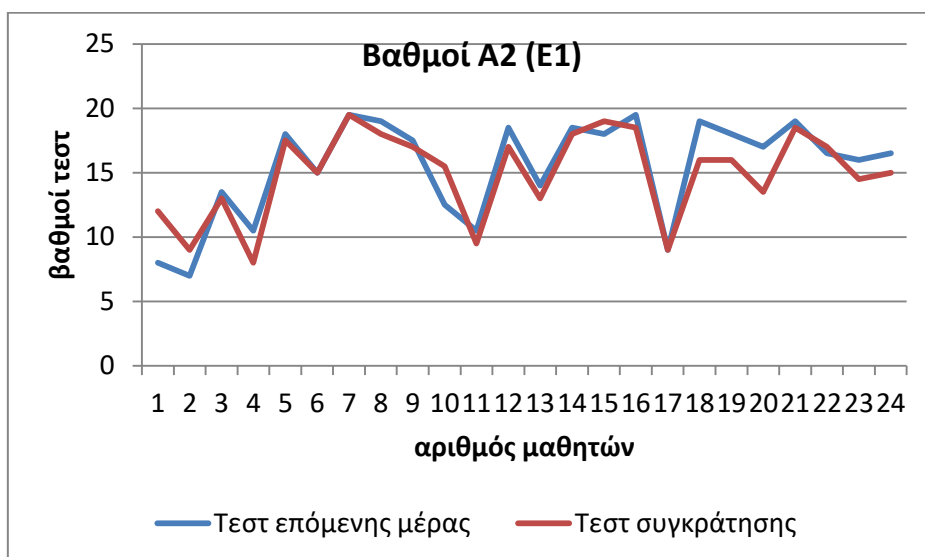
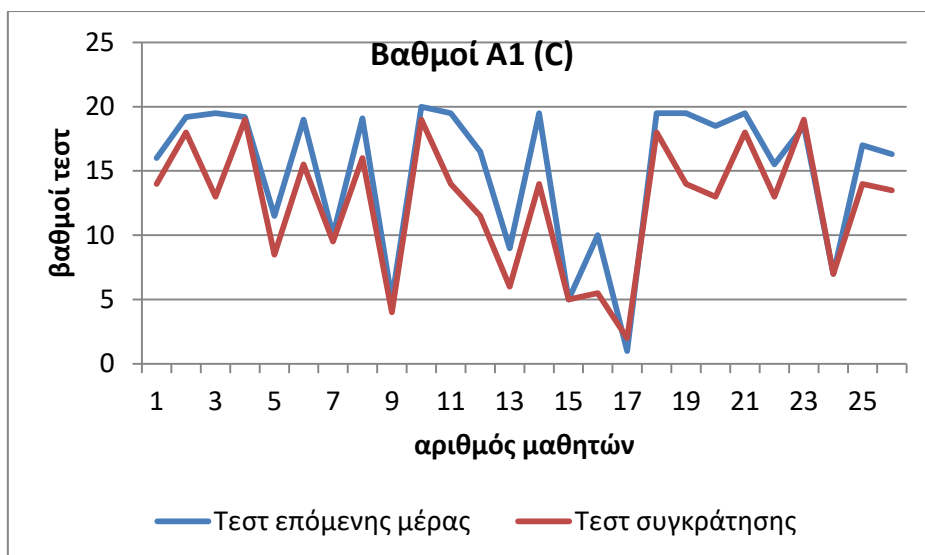
Ενώ στο τεστ της επόμενης μέρας δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές, στο τεστ συγκράτησης οι μαθητές που διδάχθηκαν με το παιχνίδι είχαν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις ($p\text{-value}=0.048<0.05$ και $\text{effect size}=0.716$) σε σχέση με τους μαθητές που διδάχτηκαν με τη δασκαλοκεντρική μετωπική μέθοδο (σχήματα 18 και 19)

- *Σύγκριση A1 (μετωπική διδασκαλία) – A3 (μόνο παιχνίδι)*

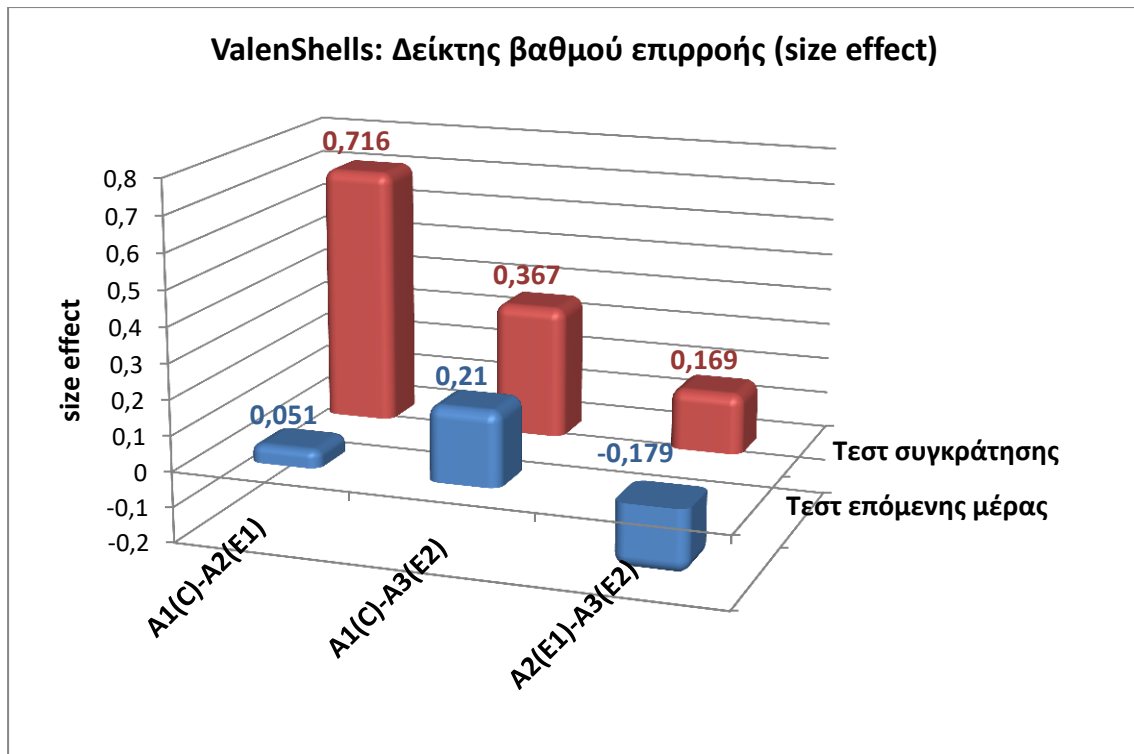
Δεν υπήρξαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των δύο τμημάτων, ούτε στο τεστ της επόμενης μέρας ούτε στο τεστ συγκράτησης.

- *Σύγκριση A2 (Παιχνίδι+μετωπική διδασκαλία) – A3 (μόνο παιχνίδι)*

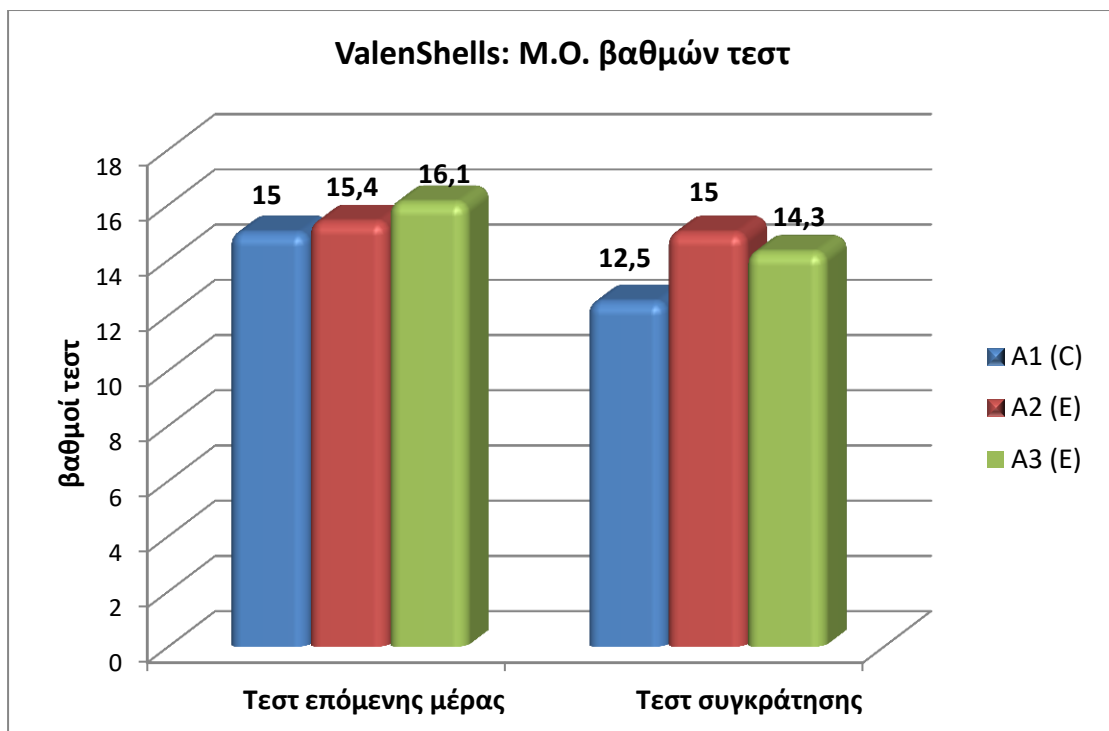
Μεταξύ του A2 που διδάχτηκε και με τους δυο τρόπους και του A3 που διδάχτηκε μόνο με το παιχνίδι, ενώ η επίδοση του A2 στο τεστ συγκράτησης ήταν καλύτερη, δεν συνιστούσε στατιστικά σημαντική διαφορά. Όπως φαίνεται στα σχήματα 17, 18 και 20, όταν εφαρμόστηκε διπλή μέθοδος διδασκαλίας, δηλαδή την πρώτη διδακτική ώρα εισαγωγή στο χημικό δεσμό με το παιχνίδι και τη δεύτερη διδασκαλία στον πίνακα από τον καθηγητή, οι μαθητές ναι μεν έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης αλλά με μικρό δείκτη βαθμού επιρροής ($\text{effect size}=0.169$).



Σχήμα 17: Οι βαθμοί κάθε μαθητή στο τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης στην έρευνα με το ValenShells



Σχήμα 18: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου για το ValenShells



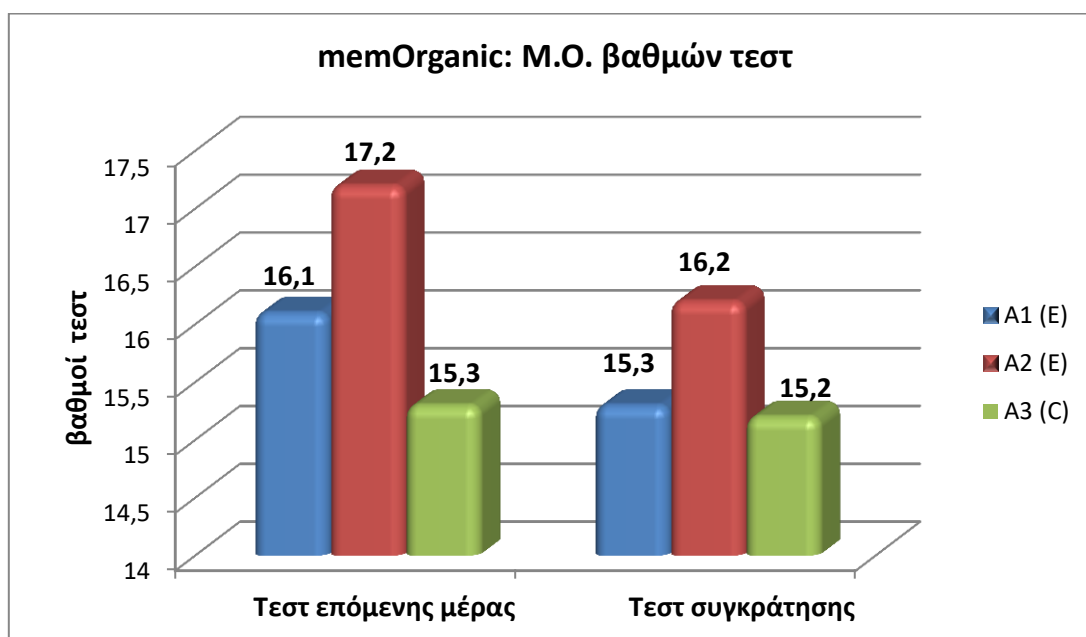
Σχήμα 19: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το ValenShells



Σχήμα 20: Ποσοστό μαθητών ανά τμήμα στην έρευνα με το ValenShells που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας

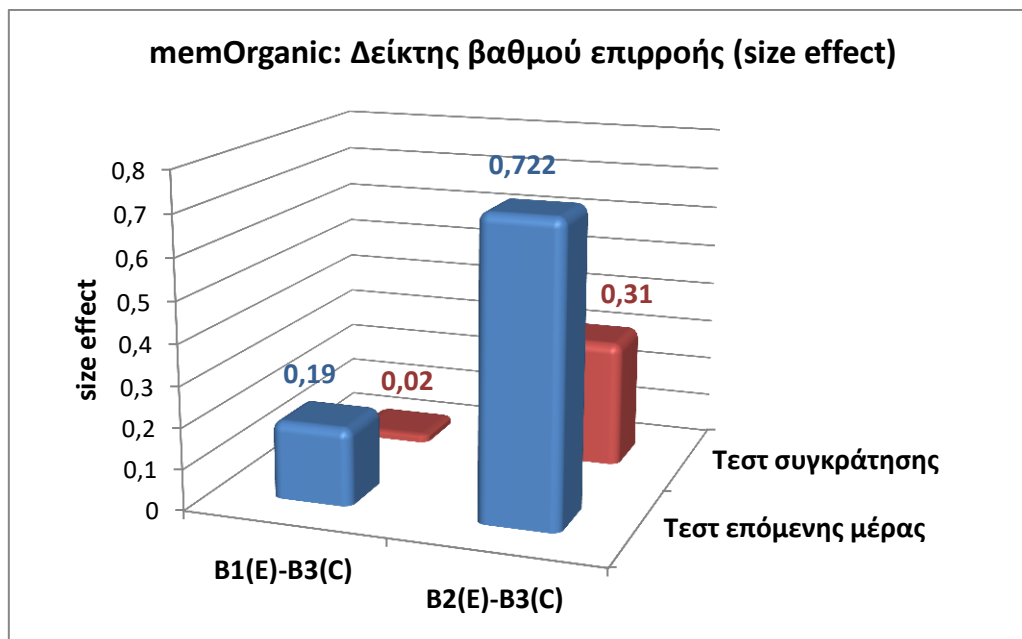
5.3 memOrganic

Στο memOrganic, δεν παρατηρηθήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο τμήματα που διδάχθηκαν με το παιχνίδι και στο τμήμα ελέγχου ούτε στο τεστ της επόμενης μέρας ($p\text{-value}=0.558$, και 0.111) ούτε στο τεστ συγκράτησης ($p\text{-value}=0.922$, και 0.386).



Σχήμα 21: Μ.Ο. του βαθμού στα τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης για τα πειραματικά τμήματα και το τμήμα ελέγχου για το memOrganic

Επίσης προέκυψαν μικροί ή πολύ μικροί βαθμοί επιρροής (σχήμα 22) με εξαίρεση το τεστ της επόμενης μέρας μεταξύ του πειραματικού τμήματος B2 και του τμήματος ελέγχου B3, όπου το τμήμα ελέγχου έγραψε αρκετά καλύτερα.

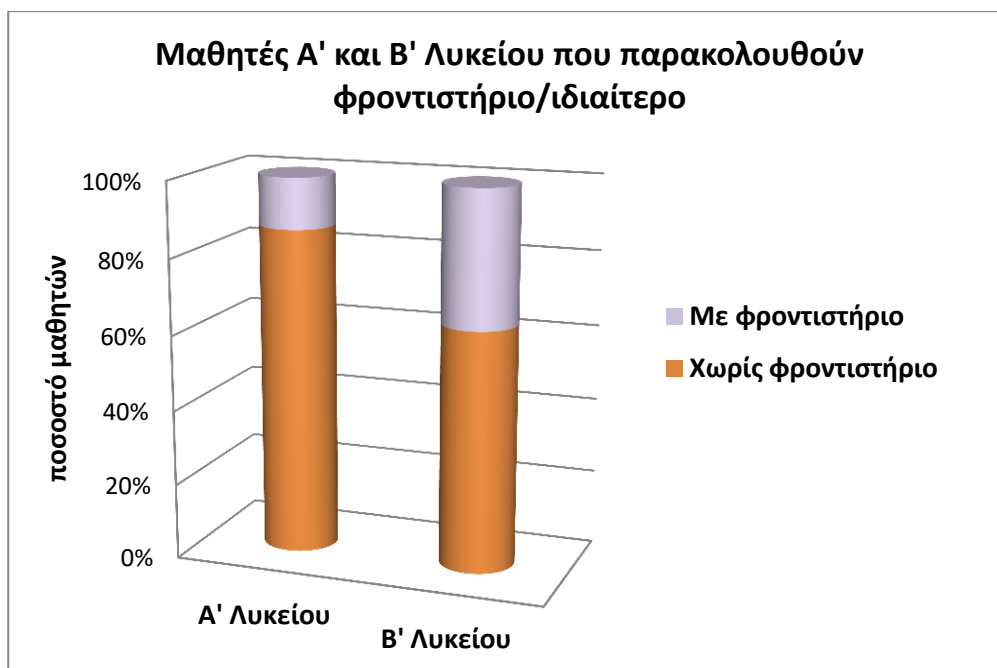


Σχήμα 22: Δείκτης βαθμού επιρροής μεταξύ των πειραματικών τμημάτων και του τμήματος ελέγχου για το memOrganic

Στο memOrganic έχουμε μια σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με τα άλλα δύο παιχνίδια: εφαρμόστηκε σε μαθητές της Β' Λυκείου και όχι της Α' Λυκείου. Η ειδοποιός διαφορά είναι ότι στη Β' Λυκείου αρκετοί μαθητές πηγαίνουν φροντιστήριο ή κάνουν ιδιαίτερα (σχήμα 24). Ζητήθηκε από τους μαθητές είτε στο pre-test (στις περιπτώσεις που δόθηκε pre-test) ή στο τεστ της επόμενης μέρας να σημειώσουν αν πηγαίνουν φροντιστήριο/ιδιαίτερο στη χημεία και οι απαντήσεις τους καταγράφηκαν. Τους τονίστηκε πως αυτό δεν παίζει κανένα ρόλο στην αξιολόγηση τους ή στη στάση του διδάσκοντα απέναντι τους, έτσι ώστε να απαντήσουν ειλικρινά και να μη φοβηθούν πως ο καθηγητής θα είναι αρνητικά προκατειλημμένος με αυτούς που πηγαίνουν φροντιστήριο, ή ότι θα είναι πιο αυστηρός ή απαιτητικός από αυτούς.

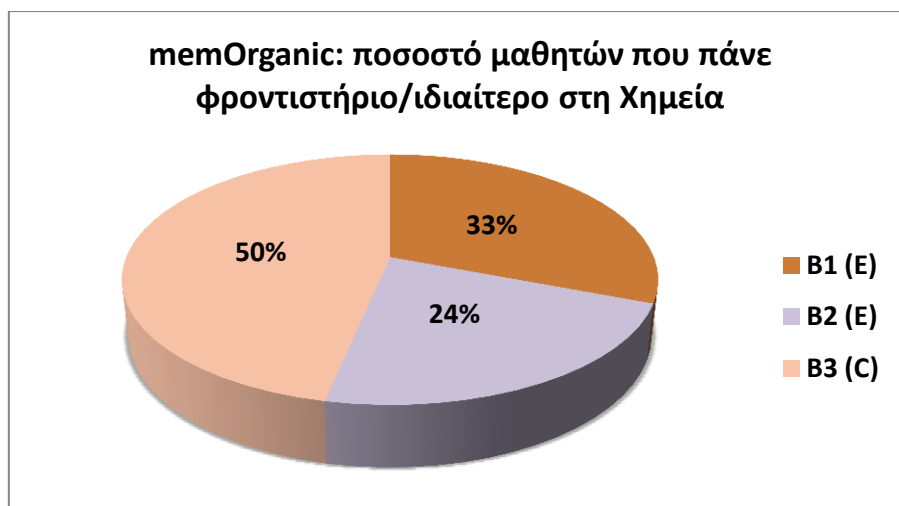
Με βάση λοιπόν τις απαντήσεις τους αθροιστικά (σχήμα 23), από τους μαθητές της Α' Λυκείου που έλαβαν μέρος στην έρευνα παρακολουθούσαν φροντιστήριο ή ιδιαίτερα στη χημεία 17 από τους 127 (ποσοστό 13,3%) ενώ στη Β' Λυκείου ήταν 23 σε σύνολο 64 (ποσοστό 36%). Αυτό το γεγονός από

μόνο του «υπονομεύει» την έρευνα στη Β' Λυκείου. Οι διαφορές στην επίδοση στα τεστ δε μπορούν με ασφάλεια να αποδοθούν στην εφαρμογή του παιχνιδιού: αρκετοί μαθητές κατέχουν ήδη σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τις έννοιες τις οποίες υποτίθεται πως θα συναντούσαν για πρώτη φορά μέσα στο παιχνίδι.



Σχήμα 23: Μαθητές Α' και Β' Λυκείου που παρακολουθούν φροντιστήριο/ιδιαιτέρο

Προς επίρρωση των παραπάνω είναι το στοιχείο ότι το τμήμα ελέγχου πήγε καλύτερα στο τεστ συγκράτησης (28% έγραψε καλύτερα) από ότι τα πειραματικά τμήματα (το 14,5% έγραψε καλύτερα), γεγονός που δεν παρατηρήθηκε στα άλλα δύο παιχνίδια. Όπως φαίνεται και από το σχήμα 25 το τμήμα ελέγχου Β3 διατήρησε τον ίδιο σχεδόν μέσο όρο στο τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης (15,3 και 15,2 αντίστοιχα), ενώ στα πειραματικά τμήματα ο μέσος όρος μειώθηκε (από 16,1 στο 15,3 στο Β1 και από 17,2 σε 16,2 στο Β2). Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί με βάση την παρατήρηση ότι στο τμήμα ελέγχου περισσότεροι μαθητές πήγαιναν φροντιστήριο. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο σχήμα 24, 11 από τους 22 μαθητές δήλωσαν πως έχουν εξωτερική βοήθεια (ποσοστό 50%), ενώ στα πειραματικά τμήματα τα αντίστοιχα νούμερα ήταν 8 από τους 21 στο Β1 (ποσοστό 33%) και 5 από τους 21 του Β2 (ποσοστό 24%).



Σχήμα 24: Ποσοστό των μαθητών κάθε τμήματος της Β' Λυκείου που πάνε φροντιστήριο/ιδιαίτερα

Έχει ενδιαφέρον ότι η διαφοροποίηση αυτή φάνηκε στο τεστ συγκράτησης και όχι στο pre-test, ούτε στο τεστ της επόμενης μέρας. Στο pre-test σχεδόν κανείς δεν έγραψε πάνω από τη βάση, είτε έκανε φροντιστήριο είτε όχι, ενώ στο τεστ της επόμενης μέρας τα πειραματικά τμήματα είχαν μεγαλύτερο μέσο όρο (χωρίς όμως να προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά): 16,1 και 17,2 για τα B1, B2 αντίστοιχα και 15,3 για το τμήμα ελέγχου B3. Αυτό προφανώς οφείλεται στο ότι όταν δόθηκαν το pre-test και το τεστ της επόμενης μέρας ήταν αρχή της σχολικής χρονιάς (αρχές Οκτωβρίου) με αποτέλεσμα να μην έχουν προχωρήσει στην ύλη στο φροντιστήριο, ή να μην έχουν ακόμα διδαχθεί τη συγκεκριμένη ενότητα.

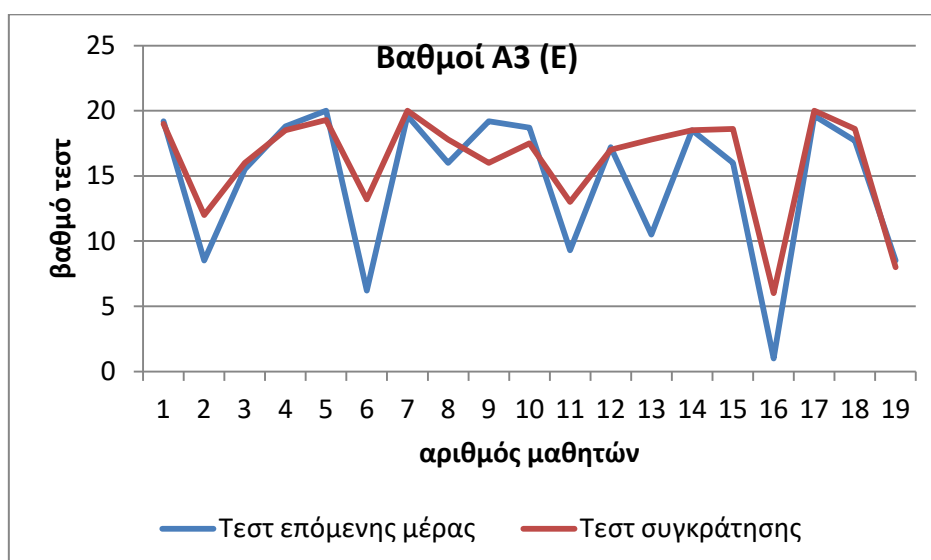
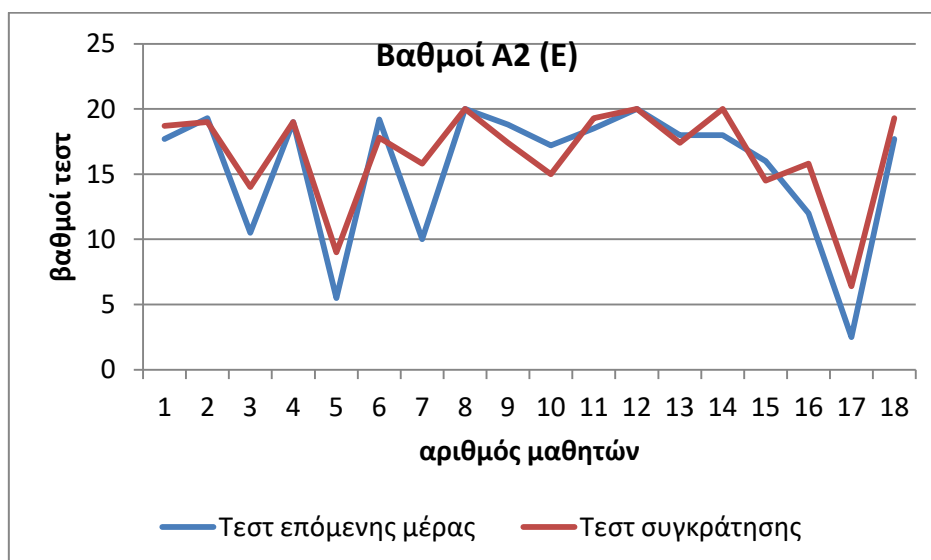
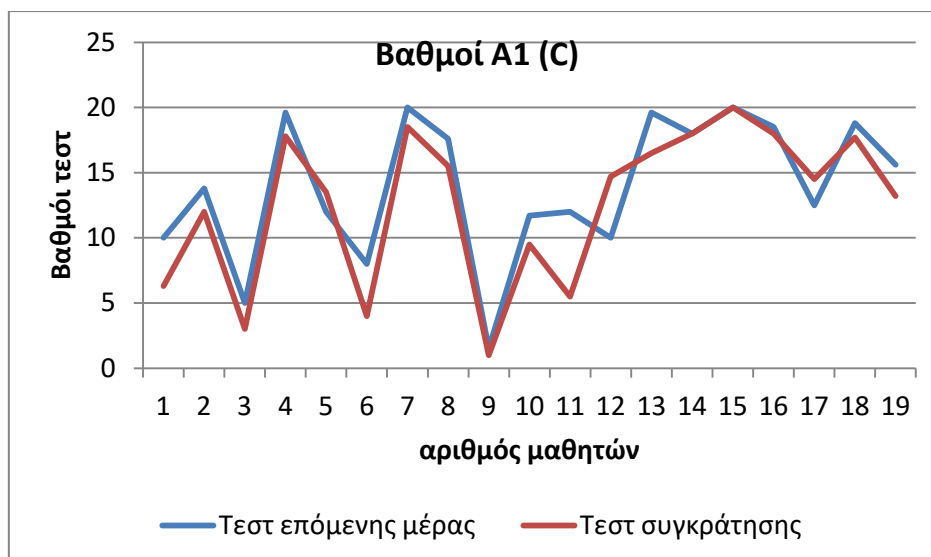


Σχήμα 25: Ποσοστό μαθητών στην έρευνα με το memOrganic που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας

5.4 Συγκράτηση της γνώσης σε κάθε παιχνίδι χωριστά

Στα δύο από τα τρία παιχνίδια οι μαθητές έγραψαν χειρότερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας και στα τμήματα ελέγχου και στα πειραματικά (σχήμα 26). Ποιο συγκεκριμένα, στο memOrganic χειρότερα έγραψε το 79% των μαθητών (το 72% του τμήματος ελέγχου και το 85,5% των πειραματικών τμημάτων), ενώ στο ValenShells το ποσοστό αυτό ανεβαίνει στο 89,5%. (το 91% του τμήματος ελέγχου και το 88,5% των πειραματικών τμημάτων). Η εμφανώς μειωμένη επίδοση των μαθητών στο τεστ συγκράτησης είναι μάλλον αναμενόμενη για δύο λόγους. Πρώτον, το τεστ συγκράτησης ήταν απροειδοποίητο, οπότε οι μαθητές δεν το γνώριζαν ώστε να κάνουν επανάληψη της ενότητας πριν να γράψουν. Δεύτερον, μεταξύ της διδασκαλίας της ενότητας και του τεστ συγκράτησης μεσολάβησε χρονικό διάστημα τριών μηνών για το memOrganic και δύο μηνών για το ValenShells, οπότε είναι λογικό να έχουν ξεχάσει μέρος του υλικού που είχε διδαχθεί. Μάλιστα αυτό είναι εμφανές σε μεγαλύτερο βαθμό για τους χημικούς δεσμούς, αφού η έννοια του χημικού δεσμού διδάσκεται στο δεύτερο κεφάλαιο της χημείας της Α' Λυκείου και δεν απαντάται ξανά στα επόμενα κεφάλαια μέχρι το τέλος της χρονιάς, δηλαδή δε συνδυάζεται στο αναλυτικό πρόγραμμα ούτε με τις χημικές αντιδράσεις του τρίτου κεφαλαίου, ούτε με τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς του τετάρτου κεφαλαίου.

Διαφορετική όμως φαίνεται να είναι η συγκράτηση της γνώσης για τη χημική ονοματολογία και την ταξινόμηση των ενώσεων για τα οποία χρησιμοποιήθηκε το (Chem)₄mula. Όπως φαίνεται στο σχήμα 27, το 41% των μαθητών έγραψε καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας (το 53% των πειραματικών τμημάτων και το 16% του τμήματος ελέγχου). Αυτό πιθανότατα οφείλεται σε δύο παράγοντες. Πρώτον το τεστ συγκράτησης δόθηκε στους μαθητές μετά από 2 μήνες και όχι μετά από τρεις όπως για τις ομόλογες σειρές (memOrganic) και για του χημικούς δεσμούς (ValenShells), οπότε μεσολάβησε μικρότερο χρονικό διάστημα μεταξύ της διδασκαλίας και του τεστ συγκράτησης και οι μαθητές μπορούσαν να τα θυμούνται καλύτερα. Δεύτερον, η ταξινόμηση σε οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια χρησιμοποιείται και στη διδασκαλία του επόμενου κεφαλαίου με τις χημικές αντιδράσεις: για να προβλέπουν σωστά τα προϊόντα της απλής,



Σχήμα 26: Οι βαθμοί κάθε μαθητή στο τεστ της επόμενης μέρας και στο τεστ συγκράτησης στην έρευνα με το (Chem)₄mula/2015-16

διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης αλλά και για να διακρίνουν τις αντιδράσεις αυτές μεταξύ τους όταν δοθούν οι αντίστοιχες χημικές εξισώσεις, οι μαθητές πρέπει να μπορούν να αναγνωρίζουν σε ποια από τις τέσσερις κατηγορίες ανήκουν οι ενώσεις. Για παράδειγμα, στην απλή αντικατάσταση στην υποκατηγορία μέταλλο + νερό, παράγεται ως προϊόν είτε βάση είτε οξείδιο, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του νερού (υγρό ή ατμός αντίστοιχα). Επίσης, για να γράψουν σωστά τα προϊόντα πρέπει να εφαρμόζουν τη μέθοδο γραφής χημικών τύπων (να βάζουν τους αριθμούς οξείδωσης ως δείκτες χιαστί στα άτομα των διμερών ενώσεων), την οποία διδάχθηκαν είχαν διδαχθεί με το (Chem)₄mula, ή με μετωπική διδασκαλία στο προηγούμενο κεφάλαιο. Χρησιμοποιούσαν λοιπόν τις διδαχθείσες έννοιες για τουλάχιστον ένα μήνα μετά και έτσι στο τεστ συγκράτησης είναι πιθανόν να τις θυμόντουσαν καλύτερα.



Σχήμα 27: Ποσοστό μαθητών ανά τμήμα στην έρευνα με το (Chem)₄mula που έγραψαν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης σε σχέση με το τεστ της επόμενης μέρας /2015-16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα - Συζήτηση

Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές ποσοτικές έρευνες για το πώς επιδρούν τα παιχνίδια στην εκμάθηση της χημείας. Συνήθως οι έρευνες αναφέρονται στην καταγραφή μέσω ερωτηματολογίων της άποψης των μαθητών πάνω στην αξία των δραστηριοτήτων με παιχνίδια, ή στο πως αισθάνονται όταν εφαρμόζονται παιχνίδια στη διδακτική πράξη. Δεν είναι πολλές οι ποσοτικές έρευνες που εξετάζουν αν βελτιώνεται η επίδοση, οι βαθμοί και οι δεξιότητες των μαθητών. Επιπλέον, όλες οι ποσοτικές έρευνες που μελετήθηκαν αφορούσαν παιχνίδια τα οποία χρησιμοποιούνται αφού πρώτα έχει προηγηθεί η διδασκαλία των αντίστοιχων εννοιών, δηλαδή εφαρμόζονται είτε για την εμπέδωση της διδαχθείσας ύλης είτε για της αξιολόγηση των μαθητών, και ταυτόχρονα ως ένα μέσο ανατροφοδότησης του καθηγητή αλλά και των ίδιων των μαθητών. Αυτό που διαφοροποιεί την παρούσα έρευνα με τα τρία παιχνίδια που σχεδιάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν, είναι ότι επιδιώχθηκε να διδαχθούν εντελώς καινούριες έννοιες, που δεν τις είχαν ακούσει στο μάθημα προηγουμένως οι μαθητές. Με άλλα λόγια η αρχιτεκτονική των παιχνιδιών ήταν τέτοια ώστε να ανακαλύψουν τις νέες έννοιες και όχι να ελέγξουν προϋπάρχουσες.

Στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τόσο ο μη συσχετισμένος έλεγχος (independent t-test) που υπολογίζει την τιμή του συντελεστή στατιστικής σημαντικότητας p , όσο και ο δείκτης του βαθμού επιρροής (size effect). Η τιμή του p καταδεικνύει αν η διαφορά στις μέσες τιμές δύο δειγμάτων ανταποκρίνεται σε πραγματική διαφορά και στον υπόλοιπο πληθυσμό, ενώ ο δείκτης βαθμού επιρροής δείχνει αν η διαφορά είναι αρκετά μεγάλη ώστε να θεωρηθεί πρακτικά σημαντική (Sullivan and Feinn 2012). Σε όσες συγκρίσεις στη παρούσα μελέτη προέκυψε σημαντικά στατιστική διαφορά ($p < 0.05$), υπολογίστηκε και μεγάλος βαθμός επιρροής ($d > 0.70$), με μόνο μια εξαίρεση στη Β' Λυκείου, γεγονός που επιτρέπει να υποθέσουμε ότι σε αυτές τις περιπτώσεις τα συγκεκριμένα παιχνίδια όντως

συνέβαλαν στην καλύτερη κατανόηση και συγκράτηση των εννοιών τις οποίες εισήγαγαν.

Ποιο συγκεκριμένα, το (Chem)₄mula και το ValenShells που δοκιμάστηκαν σε έρευνα με 127 μαθητές της Α' Λυκείου, συνέβαλαν στην αποτελεσματικότερη συγκράτηση του περιεχομένου των εννοιών της γραφής και ονοματολογίας των ανόργανων ενώσεων και του χημικού δεσμού αντίστοιχα, σε σύγκριση με την διδασκαλία με την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική μέθοδο. Αυτό προσδιορίστηκε με βάση την επίδοση των μαθητών σε απροειδοποίητα τεστ που δόθηκαν 2 με 3 μήνες μετά. Μεγαλύτερη διαφορά υπέρ του παιχνιδιού παρατηρήθηκε στο (Chem)₄mula με τιμές του δείκτη βαθμού επιρροής μεγαλύτερους από 0.8. Αντίθετα, κανένα από τα τρία παιχνίδια δε συνέβαλε στο να γράψουν οι μαθητές καλύτερα στο τεστ την επόμενη μέρα της διδασκαλίας. Στο memOrganic δε διαφάνηκε διαφοροποίηση ούτε και στο τεστ συγκράτησης, πιθανόν λόγω του γεγονότος πως στη Β' Λυκείου που εφαρμόστηκε, αρκετά παιδιά παρακολουθούσαν φροντιστηριακά μαθήματα.

Αυτό το τελευταίο δίνει αφορμή για συζήτηση επί των ιδιοτήτων και δυσκολιών στο λύκειο που έχει η εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας, όπως τα παιχνίδια, και της σημασίας που έχει η δημιουργία εσωτερικών κινήτρων μάθησης στους εφήβους. Οι δεκαπεντάχρονοι έφηβοι φαίνεται να έχουν μικρότερα επίπεδα συγκέντρωσης και εσωτερικά κίνητρα από ότι τα παιδιά ηλικίας 10 χρονών, ενώ οι βαθμοί τους μειώνονται από το δημοτικό στο γυμνάσιο και από το γυμνάσιο στο λύκειο (Larson 2000). Σύμφωνα με τη Harter (1981a), στην πορεία από το Προνήπιο στο γυμνάσιο και στο λύκειο, τα εσωτερικά κίνητρα μειώνονται στους μαθητές, νιώθουν να αποξενώνονται από την μάθηση. Επιπλέον, στο σημερινό σχολείο, η γνώση έχει συχνά μόνο ανταλλακτική αξία, είτε με τους βαθμούς, είτε με την προσδοκία εύρεσης δουλειάς αργότερα, και δε δίνει ευχαρίστηση, χαρά και εκπλήρωση. Το σχολείο απομονώνει τη γνώση από τα πλαίσια στα οποία δημιουργήθηκε ή σε αυτά που χρησιμοποιείται, και γίνεται εμπόρευμα που πρέπει να αποκτηθεί (Ramirez & Squire, 2015).

Στα πλαίσια αυτά γίνεται φανερό πόσο σημαντικό είναι να βρεθούν τρόποι να δημιουργηθούν εσωτερικά κίνητρα μάθησης στους μαθητές και

ειδικά στο γυμνάσιο και το λύκειο. Τα παιχνίδια είναι εξαιρετικά εργαλεία, ή μάλλον δημιουργούν μία ασφαλή οδό για τη γέννηση ενδογενών κινήτρων στους μαθητές, μακριά από την ατραπό της δασκαλοκεντρικής μετωπικής διδασκαλίας, της κατά το πλείστον ενισχύουσας τα εξωτερικά κίνητρα. Όταν τα εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι καλά σχεδιασμένα, ενσωματώνουν και τους τέσσερις τύπους εσωτερικών κινήτρων που αναφέρουν οι Malone & Lepper (1987), δηλαδή πρόκληση, περιέργεια, έλεγχο και φαντασία, και ταυτόχρονα ενδυναμώνουν το αίσθημα θετικής ακαδημαϊκής αυτοαντίληψης και την εσωτερική προδιάθεση, τα οποία σύμφωνα με τον Bandura (1994) συμβάλλουν στην ενδυνάμωση των ενδογενών κινήτρων των μαθητών.

Φυσικά, δε χρειάζεται να δοθεί κίνητρο στους μαθητές για να παίξουν, καθώς η επιθυμία για παιχνίδι είναι εγγενής, έμφυτη. Σύμφωνα με τον Huizinga (1938, p.9):

«Το παιχνίδι παρεμβάλλεται ως μια δραστηριότητα που παρέχει αυτοϊκανοποίηση <...> Δεν ανήκει στη σφαίρα των βιολογικών αναγκών όπως η διατροφή, η αναπαραγωγή και η αυτοσυντήρηση, αλλά στη σφαίρα της τελετουργίας και της γιορτής, στην ιερή σφαίρα»

Τα παιδιά, αλλά και οι άνθρωποι εν γένει παίζουν απλώς για την εμπειρία του παιχνιδιού και όχι προσδοκώντας κάποιο όφελος. Η ιδέα ότι μερικές δραστηριότητες εκτελούνται μόνο και μόνο για την εμπειρία που προσφέρουν, σχετίζεται και με τη Θεωρία Ροής του Csikszentmihalyi (1988), σύμφωνα με την οποία ένας άνθρωπος μπορεί να εισέλθει σε κατάσταση ροής όταν εκτελεί μια δραστηριότητα που του δίνει εσωτερική ικανοποίηση και επιβράβευση, θεωρία η οποία μαζί με άλλες χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για το σχεδιασμό του (Chem)₄mula, του memOrganic και του ValenShells.

Σε σχέση με τους έφηβους μαθητές του λυκείου, εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν, έχουν επιπλέον να αντιμετωπίσουν και σκληρότερο ανταγωνισμό. Καθώς αποκτούν αφηρημένη σκέψη και ενισχύεται η αυτοαντίληψη τους, αρχίζουν να θεωρούν την ικανότητα ως ένα έμφυτο χαρακτηριστικό για την επιτυχία και να υποτιμούν τη σημασία της προσπάθειας. Ιδίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υπερτονίζεται αυτή ακριβώς η σημασία του ικανού, ενώ στην ανταγωνιστική σημερινή κοινωνία περνάει το μήνυμα πως αξίζει μόνο όποιος επιτυγχάνει. Έτσι λοιπόν

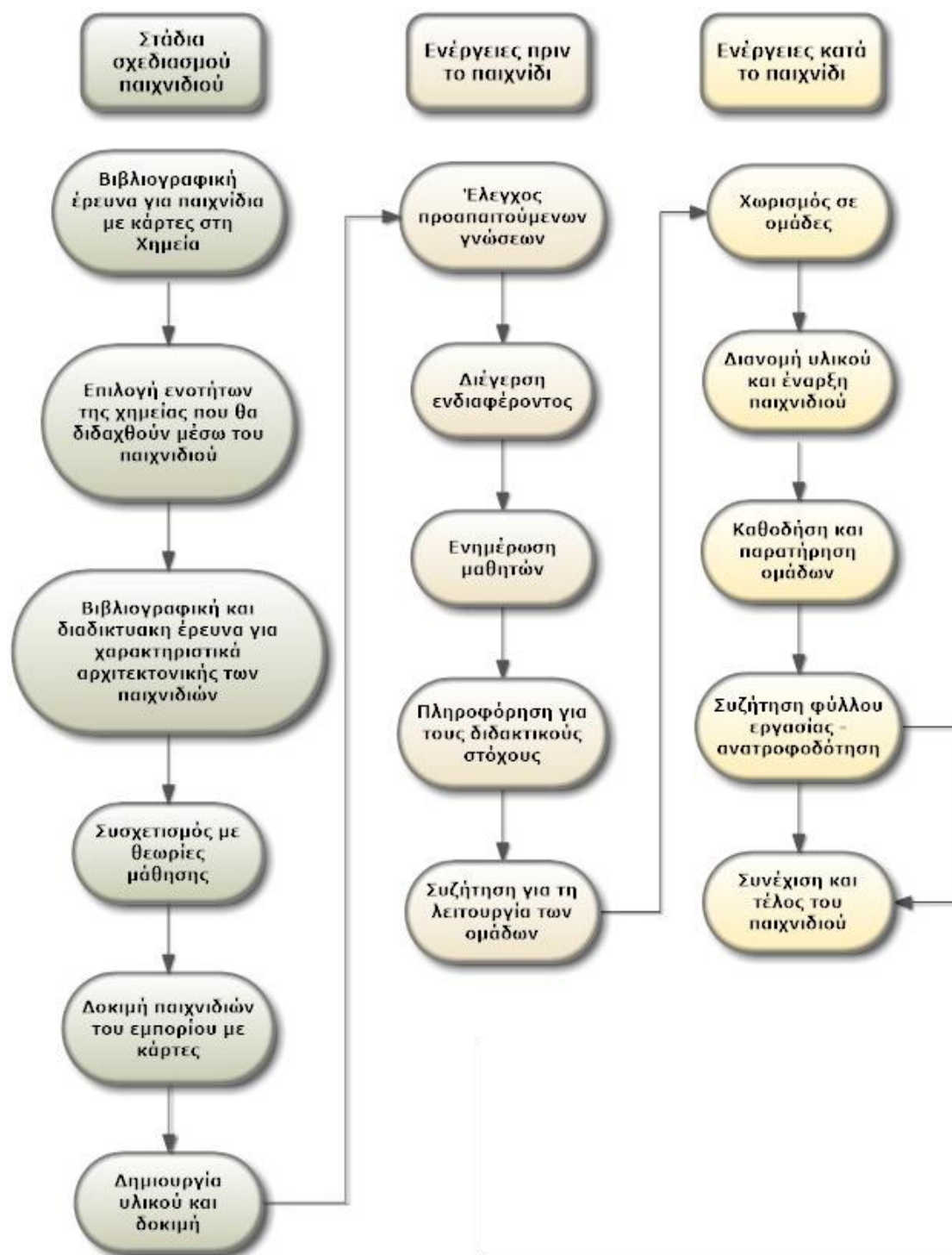
δημιουργείται έλλειμμα κίνητρου σε μαθητές που θεωρούν πως δε μπορούν να ανταγωνιστούν με τους βαθμούς, οπότε σε αυτήν την περίπτωση συχνά θα αποσυρθούν και δε θα διαβάσουν, γιατί αν διαβάσουν και δε γράψουν καλά θα θεωρούνται αποτυχημένοι (Covington 1998, p.80). Εδώ έρχεται να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο το παιχνίδι μέσα στην τάξη. Τα λάθη που κάνουν στο παιχνίδι όμως δεν τα βλέπουν με το άγχος της εξωτερικής αρνητικής αξιολόγησης αλλά τα βλέπουν ως δημιουργική ανατροφοδότηση (Morris 2013). Το παιχνίδι αποσείει αυτό το φόβο της αποτυχίας, γιατί στο παιχνίδι δε νιώθουν ότι κρίνονται, ούτε ντρέπονται αν χάσουν, ενώ παρέχει ένα ιδανικό περιβάλλον μάθησης όπου μπορούν να λειτουργούν και να ανθούν φυσιολογικά (Bergen 2009, p.417).

Με βάση τη διαδικασία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία, προτείνεται ένα **μοντέλο** για τα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Περιλαμβάνει τα στάδια που περιλαμβάνει ο σχεδιασμός, τις διαδικασίες πριν την εφαρμογή του παιχνιδιού στην τάξη και τέλος τις ενέργειες κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού (σχήμα 27).

Από τις παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια των ωρών εφαρμογής των παιχνιδιών και σε συνδυασμό με την βιβλιογραφία που μελετήθηκε και τα αποτελέσματα που προέκυψαν, αναλύονται παρακάτω **20 σημεία** που συμπυκνώνουν **διαπιστώσεις, προβληματισμούς** αλλά και **προτάσεις** για βελτιώσεις:

1. Ο κίνδυνος το μέσο να είναι πιο αξιομνημόνευτο από το μήνυμα

Υπάρχει ο κίνδυνος όπως συμβαίνει με κάτι καινούριο, το μέσο να είναι πιο αξιομνημόνευτο από το μήνυμα. Για παράδειγμα, το ότι τα μέταλλα στο ταμπλό του ValenShells έχουν χρώμα πορτοκαλί και τα αμέταλλα χρώμα πράσινο μπορεί να εντυπωθεί στο μυαλό των μαθητών ως ισχυρότερη ανάμνηση από το γεγονός ότι τα μέταλλα με τα αμέταλλα σχηματίζουν ετεροπολικό δεσμό. Για να μη συμβεί αυτό, είναι σημαντικό να υπάρχουν φύλλα εργασίας και γίνεται σύνοψη και συζήτηση στο τέλος της δραστηριότητας ώστε να γίνεται επεξεργασία της πληροφορίας (Allery 2004).



Σχήμα 28: Μοντέλο σχεδιασμού και εφαρμογής εκπαιδευτικών επιτραπέζιων παιχνιδιών και παιχνιδιών με κάρτες

Πιο συγκεκριμένα, η συζήτηση μετά τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας διαδραματίζει ρόλο στο να μπορέσουν οι μαθητές να δουν μέσα από

το παιχνίδι και πέρα από το παιχνίδι τις έννοιες της χημείας με τις οποίες ήρθαν σε επαφή. Έτυχε μαθητές και μάλιστα μαθητές με καλή επίδοση στη χημεία, να ρωτήσουν «Ωραία παίξαμε, πότε θα τα μας τα πείτε στο μάθημα»; Σα να μην κατάλαβαν ότι το μάθημα ήταν το παιχνίδι και το παιχνίδι το μάθημα. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε 3 παράγοντες :

α) ο σχεδιασμός του παιχνιδιού ήταν περισσότερο προς την πλευρά του παιχνιδιού και λιγότερο προς της μάθησης. Δεν είναι εύκολο να πετύχει κάποιος τη σωστή ισορροπία μεταξύ διασκέδασης και μάθησης. Μερικές φορές όσο πιο διασκεδαστικό είναι ένα παιχνίδι τόσο λιγότερο αποτελεσματικό είναι ως εργαλείο μάθησης, όπως και το ανάποδο.

β) οι μαθητές δεν είχαν ενημερωθεί εκ των προτέρων για τη φύση και το σκοπό του παιχνιδιού και είχαν στο μυαλό τους παιχνίδια από προηγούμενες τάξεις ή παιχνίδια στο δημοτικό που αφορούσαν καθαρά τη διασκέδαση.

γ) η εσωτερική ενσωμάτωση των χημικών εννοιών στον πυρήνα του παιχνιδιού ήταν τόσο επιτυχημένη, ώστε οι μαθητές να μην αντιλαμβάνονται ότι μαθαίνουν κάτι. Είχαμε δηλαδή ενίσχυση ενός καναλιού «κρυφής μάθησης» -“stealth learning” (Anetta, 2010).

2. Παιδιά που πήγαιναν φροντιστήριο: υπονόμευση έρευνας αλλά και οι «σημαντικοί άλλοι»

Υπάρχει ο κίνδυνος, μαθητές που ήδη έχουν διδαχθεί την ενότητα στο φροντιστήριο, να αναλαμβάνουν αυτόκλητα τα ηνία του παιχνιδιού, γεγονός που:

α) υπονομεύει τον ανακαλυπτικό χαρακτήρα των παιχνιδιών

β) ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες των υπολοίπων παικτών για νίκη στο παιχνίδι. Αν οι παίκτες ξέρουν εκ των προτέρων το αποτέλεσμα, τότε χάνεται το στοιχείο της πρόκλησης και του ελέγχου, με αποτέλεσμα να μειώνονται τα εσωτερικά κίνητρα μάθησης (Malone and Lepper, 1987) όπως αυτά περιγράφονται στην §3.2.4.

Αυτό αποτέλεσε πρόβλημα κυρίως στο παιχνίδι memOrganic γιατί εφαρμόστηκε στη Β' Λυκείου, όπου αρκετοί μαθητές πηγαίνουν φροντιστήριο

στα πλαίσια της επαρκούς προετοιμασίας τους για τις Πανελλαδικές Εξετάσεις. Για παράδειγμα σε ένα τμήμα, το 50% των μαθητών παρακολουθούσε φροντιστηριακά μαθήματα ή έκανε ιδιαίτερα στη χημεία. Φυσικά, αυτομάτως αυτό το γεγονός αλλοίωσε την έρευνα με το παιχνίδι: με το memOrganic εισάγονταν μια υποτίθεται καινούρια για τους μαθητές έννοια, αυτή των ομόλογων σειρών και των χαρακτηριστικών ομάδων. Για τους μαθητές που τα είχαν ακούσει στο φροντιστήριο, οι έννοιες αυτές δεν ήταν εντελώς «καινούριες», δηλαδή η τυχόν καλή επίδοση τους στα τεστ που ακολούθησαν ήταν αμφίβολο αν οφείλονταν στη δραστηριότητα με το παιχνίδι, ή στη γνώση που είχαν ήδη αποκτήσει από αλλού. Για αυτό το λόγο στη Β' Λυκείου δόθηκαν pre-test τα οποία απρόσμενα έδειξαν πως οι περισσότεροι από τους μαθητές αυτούς δε γνώριζαν περισσότερα από τους άλλους. Αυτό όμως μπορεί να οφείλεται στο ότι ήταν αρχή της χρονιάς και δεν είχαν καλύψει αυτήν την ύλη ακόμα στο φροντιστήριο. Εφόσον φυσιολογικά τη διδάχτηκαν στη συνέχεια στο φροντιστήριο, είχαν αυξημένες πιθανότητες σε σχέση με τους συμμαθητές τους να γράψουν καλύτερα στο τεστ συγκράτησης που τους δόθηκε μετά από δύο μήνες.

Παρόλα αυτά, υπάρχει μια θετική παράμετρος στο γεγονός ότι σε κάποιες ομάδες υπήρχαν παιδιά που ήξεραν ήδη ένα κομμάτι της ύλης από το φροντιστήριο. Καταρχάς, τους συμβούλεψα στην αρχή να αφήσουν χώρο δράσης στα άλλα παιδιά και να έχουν έναν κάπως λιγότερο ενεργητικό ρόλο. Ειδικά θα συνέβαινε αυτό που έγινε σε μια ομάδα στο (Chem)₄μυλο στην Α' Λυκείου, όπου ένας μαθητής που τα ήξερε από το φροντιστήριο και επιπλέον είχε αρχηγικά χαρακτηριστικά, ταξινόμησε τις κάρτες των οξέων/βάσεων/αλάτων/οξειδίων μόνος του, μέσα σε ένα λεπτό. Έτσι απέμειναν τα υπόλοιπα τρία μέλη της ομάδας να κοιτάνε με απορία αλλά και απογοήτευση. Ο μαθητής αυτός δε φαίνεται να είχε σκοπό να χαλάσει το παιχνίδι, αλλά πιθανόν θέλησε με αυτό τον τρόπο να εντυπωσιάσει τους συμμαθητές ή τον καθηγητή του.

Στη συνέχεια, στους μαθητές αυτούς, έδωσα το ελεύθερο να βοηθήσουν τα άλλα παιδιά σε σημεία στην πορεία του παιχνιδιού που θα συναντούσαν δυσκολίες. Παρατήρησα πως όντως το έκαναν, υιοθετώντας μάλιστα ένα ρόλο δασκάλου και συνέδραμαν σε «αδύναμα» παιδιά τα οποία

ειδάλλως ίσως θα παρατούσαν το παιχνίδι και θα απογοητεύονταν. Θα λέγαμε ότι τα δύσκολα σημεία του παιχνιδιού ήταν στη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης (ZEA) και οι μαθητές των φροντιστηρίων ήταν οι Σημαντικοί Άλλοι (Most Knowledgeable Others-MKO), σύμφωνα με την κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky. Οι αλληλεπιδράσεις με τους Σημαντικούς Άλλους οδηγούν το παιδί στο επόμενο επίπεδο γνωστικής λειτουργίας. Αν τα παιδιά στη ZEA υποβοηθούνται μόνο από το δάσκαλο, δε θα μάθουν να συναγωνίζονται ή να ανταλλάσουν την αποκτηθείσα γνώση, απλά θα αναπαράγουν. Τα παιδιά μέσα από το παιχνίδι μαθαίνουν πέρα από τη ζώνη ελέγχου του μεγαλύτερου. Δημιουργούν τις δικές τους ζώνες όπου οι δραστηριότητες (κοινωνικές και ψυχολογικές) είναι σε διαφορετικά και ίσως δυσκολότερα επίπεδα από τις ελεγχόμενες αλληλεπιδράσεις σε μία ελεγχόμενη από το δάσκαλο ZEA (Wood 2005, p.103).

3. Επιτυχής ή λιγότερο επιτυχής εσωματώση

Στο δεύτερο μέρος του (Chem)₄mula που απαιτεί παρατηρητικότητα, ταχύτητα, τύχη και κατανόηση της μεθόδου ονοματολογίας των ενώσεων, υπήρχαν μαθητές που δεν είχαν κατανοήσει επαρκώς και προσπαθούσαν με θέρμη να κερδίσουν βασιζόμενοι μόνο στην ταχύτητα και στον παράγοντα της τύχης, πράγμα που κάποιες φορές κατάφερναν. Αυτό μαρτυρά πως στο παιχνίδι αυτό δεν υπήρχε απόλυτα επιτυχημένη ενσωμάτωση των διδασκόμενων εννοιών μέσα στην αρχιτεκτονική του παιχνιδιού και κάποιοι μαθητές τις προσέγγισαν μόνο ακροθιγώς. Όταν το εκπαιδευτικό υλικό δεν είναι πλήρως ενσωματωμένο μέσα στον πυρήνα του παιχνιδιού τότε υπάρχει διπλός κίνδυνος το παιδί να προσπαθήσει να παίξει το κομμάτι του παιχνιδιού και να αποφύγει αυτό της μάθησης ή να καταλήξει πως η μάθηση είναι βαρετή και το παιχνίδι ενδιαφέρον. Με άλλα λόγια δεν πρέπει το παιχνίδι να είναι απλά ένα σοκολατένιο περιτύλιγμα για κάτι άνοστο. Να μην πιστέψει δηλαδή ο μαθητής πως η χημεία είναι βαρετή και γίνεται ενδιαφέρουσα μόνο μέσα από το παιχνίδι, αλλά πως η χημεία από μόνη της είναι διασκεδαστική (Bruckmann 1992, p.75).

Θα πρέπει να τονιστεί πως έγινε προσπάθεια, κυρίως στο παιχνίδι ValenShells, οι χημικές έννοιες να είναι ενσωματωμένες στον πυρήνα του

παιχνιδιού, σύμφωνα την αρχή εσωτερικής ενσωμάτωσης (βλ. σελ. 39). Στο ValenShells υπάρχει αυτή η ζητούμενη ενσωμάτωση. Οι κάρτες του παιχνιδιού είναι εξειδικευμένες μόνο για το συγκεκριμένο παιχνίδι, με την έννοια ότι αν για παράδειγμα τα χημικά σύμβολα αντικαθίστανται από μαθηματικά σύμβολα ή από όρους μαθήματος Ιστορίας, δε θα μπορούσε να παιχτεί παιχνίδι, δε θα είχε λογικό νόημα. Οι κάρτες λοιπόν με τα χημικά στοιχεία είναι μέρος του περιβάλλοντος του παιχνιδιού. Στον αντίποδα, ένα παιχνίδι με flipcards δεν ενσωματώνει το περιεχόμενο στον πυρήνα του παιχνιδιού. Για παράδειγμα, flipcards με ονόματα/ σύμβολα χημικών στοιχείων θα μπορούσαν άνετα να αντικατασταθούν από flipcards με μαθηματικά ή γλωσσικά σύμβολα και το παιχνίδι να μπορεί να παιχτεί με τους ίδιους κανόνες. Αυτού του είδους η ενσωμάτωση είναι λιγότερο επιτυχημένη, πράγμα που ισχύει σε ένα ποσοστό στα υπόλοιπα δυο παιχνίδια, το memOrganic και το (Chem)₄mula.

4. Ρόλος καθηγητή, αυτορρύθμιση ομάδας

Ένας άλλος προβληματισμός ο οποίος δεν υπήρχε στο σχεδιασμό αλλά πρόέκυψε κατά την παρακολούθηση των παιχνιδιών ήταν σε τι βαθμό πρέπει να επιτρέπονται οι συνεργασίες, οι βοήθειες, οι ομιλίες πάνω από το τραπέζι, αφού το παιχνίδι έχει ξεκινήσει. Το κομμάτι αυτό αφέθηκε από το διδάσκοντα στην ίδια την ομάδα να το διαχειριστεί. Ενώ στη δασκαλοκεντρική οργάνωση της τάξης, ο καθηγητής είναι ο μόνος φορέας εξουσίας, στην εργασία με ομάδες καλείται η ομάδα να αντιμετωπίσει τα τυχόν προβλήματα συνεργασίας ή διαφωνιών μεταξύ των μελών της (Ματσαγγούρας 2000, σελ.113). Οι ομάδες επέδειξαν εξαιρετική ικανότητα αυτορρύθμισης. Για παράδειγμα, στο (Chem)₄mula υπήρχε σε μια ομάδα ένας μαθητής ο οποίος στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας ταξινόμησης επέδειξε αδιαφορία, με αποτέλεσμα να μην έχει τη δυνατότητα να κερδίσει στο δεύτερο μέρος. Έδειχνε λοιπόν στα μέλη της ομάδας τα φύλλα του και απαιτούσε να του πουν τα ονόματα των χημικών τύπων για να κερδίσει. Ενώ στην αρχή του έδωσαν βοήθειες, στη συνέχεια και τα τρία μέλη της ομάδας του είπαν πως το παιχνίδι δε μπορεί να παιχτεί με τέτοιο τρόπο. Ο μαθητής εξακολούθησε να παίζει, υπακούοντας στην επιταγή της ομάδας, παρότι ήταν φανερό πως ένιωθε

δυσάρεστα που δε μπορούσε να κάνει ζευγάρια με τις κάρτες και να κερδίσει. Ίσως ο μαθητής να είχε αυτή τη συμπεριφορά επειδή δεν ένιωθε άνετα στην ομάδα, καθώς εκεί δεν ήταν μέλος κανέναν από τους φίλους του.

Μάλιστα δυο-τρεις φορές ρώτησε εμένα να του πω μια ονομασία μιας ένωσης και προσπάθησα να τον κατευθύνω να βρει την απάντηση μόνος του, δίνοντας πιθανές εναλλακτικές. Ο καθηγητής πρέπει να παρακολουθεί το παιχνίδι και να εξηγεί τους κανόνες όχι όμως να επεμβαίνει (Bergstrom 2010). Όπως αναλύεται στην παράγραφο 4.5.2, ο ρόλος του καθηγητή στις ομαδικές δραστηριότητες με παιχνίδια είναι τριπλός: πρέπει να εποπτεύει και να κατευθύνει τις συνεργατικές δραστηριότητες έτσι ώστε: α) να παιχτεί το παιχνίδι σωστά με βάση της οδηγίες, β) να εκπληρωθούν οι διδακτικοί στόχοι και γ) να διασφαλίσει την ομαλή λειτουργία των ομάδων. Αν ο καθηγητής ελέγχει πάρα πολύ το παιχνίδι τότε πιθανότατα τα παιδιά θα έχουν την αίσθηση ότι είναι δουλειά μεταμφιεσμένη σε παιχνίδι (Bergen 2016, p.150). Ενδιαφέρουσα είναι η διαπίστωση πως οι μαθητές ήταν πιο δεκτικοί όταν ένα μέλος της ομάδας έπαιρνε βοήθεια από αντίπαλο παρά όταν έπαιρνε βοήθεια από τον καθηγητή!

Στο τέλος κάθε γύρου και στα τρία παιχνίδια, την πρώτη ώρα του παιχνιδιού, έλεγχα τις κάρτες που οι παίκτες είχαν ταιριάξει ή επιλέξει. Αν έβρισκα λάθος, οι μαθητές το δεχόταν αδιαμαρτύρητα και αφαιρούσαν τις κάρτες αυτές από τη βαθμολογία τους. Τη δεύτερη ώρα αυτό σε ελάχιστες περιπτώσεις ήταν απαραίτητο, καθώς το ρόλο αυτό τον λάμβαναν εκείνα τα μέλη της ομάδας που είχαν κατανοήσει τις διδασκόμενες έννοιες.

5. Ανταγωνιστικοί μαθητές

Σε κάποιες λίγες περιπτώσεις κάποιος μαθητής γίνονταν έντονα ανταγωνιστικός, προκαλώντας αίσθημα δυσαρέσκειας στα άλλα μέλη της ομάδας. Ο υγιής συναγωνισμός είναι επιθυμητός βέβαια και οι μαθητές που θα πάρουν σοβαρά το παιχνίδι έχουν περισσότερες πιθανότητες να καρπωθούν τα οφέλη του. Όμως συναισθήματα ζήλιας ή ανεπάρκειας μπορεί να δημιουργηθούν αν κάποιοι υπερβάλλουν στην προσπάθεια τους να νικήσουν. Επίσης θα μπορούσαν να μεγεθυνθούν οι διαφορές στο επίπεδο μεταξύ των μαθητών, που σε πιο προσωπικές εργασίες ίσως να μη

φανερώνονταν (Crute 2010, p.269). Η αίσθηση ατομικής αποτυχίας ακόμα και στο παιχνίδι λειτουργεί ως αντικίνητρο για να παίξει ο μαθητής, και κατ' επέκταση λειτουργεί και ως αντικίνητρο μάθησης. Θα ήταν λοιπόν καλύτερα τα παιχνίδια να είναι έτσι φτιαγμένα ώστε να έχουμε συναγωνισμό ομάδων και όχι ατομικό ανταγωνισμό, οπότε έτσι αποφεύγονται οι συνθήκες ατομικού ανταγωνισμού στο παιχνίδι. Αυτό επετεύχθη εν μέρει στο ValenShells όπου είχαμε υποομάδες των δυο μαθητών. Σύμφωνα με μια μετά-ανάλυση με δείγμα 17.000 εφήβων, η συνεργατική δομή των στόχων συνδέεται με καλύτερες ακαδημαϊκές επιδόσεις και ανάπτυξη θετικών σχέσεων μεταξύ των συνομηλίκων (Johnson, Johnson and Roseth 2008).

Κατά παράδοξο εν πρώτοις τρόπο, αυτό το χαρακτηριστικό της ανταγωνιστικότητας στα παιχνίδια, σε ένα άλλο δεύτερο επίπεδο προάγει τη συνεργατική μάθηση: οι μαθητές θέλουν να παίξουν το παιχνίδι, έχουν πρωταρχικό κοινό σκοπό να παίξουν και να χαρούν, οπότε είναι διατεθειμένοι να δώσουν οδηγίες ή βοήθεια στους άλλους παίκτες ώστε το παιχνίδι να «κυλάει» και να είναι πιο ανταγωνιστικό.

6. Διδακτικοί στόχοι vs στόχοι παιχνιδιού

Παρατήρησα πως ενώ για εμένα δεν έχει σημασία ποιος θα κερδίσει σε μια ομάδα, είχε μεγάλη σημασία για τους μαθητές, πράγμα που φάνηκε από τις εκδηλώσεις χαράς των νικητών. Μάλιστα στο τέλος μαθητές ρωτούσαν να μάθουν ποιος βγήκε πρώτος στις άλλες ομάδες. Ίσως θα ήταν σκόπιμο να γίνεται ανακοίνωση των νικητών, ή να υπάρχει ένα έπαθλο. Δεν πρέπει να ξεχνάει κανείς πως ο στόχος ενός παιχνιδιού είναι να περάσει ο παίχτης ένα εμπόδιο, να λύσει ένα γρίφο, να περάσει επίπεδο, να νικήσει. Ο παίχτης ενός παιχνιδιού έχει τέτοιους στόχους, οι στόχοι όμως ενός μαθητή είναι διαφορετικοί, να κατανοήσει έννοιες, να κατακτήσει τη γνώση, κ.τ.λ. (Van Eck 2009, p.182). Θα πρέπει να υπάρχει ισορροπία, ο μαθητής να λαμβάνει ικανοποίηση από την επιδίωξη και των δύο, έστω και αν οι διδακτικοί στόχοι είναι κατά κάποιο τρόπο ασύμβατοι με τη φύση των στόχων του παιχνιδιού.

Βέβαια, τον πρώτο στόχο (να κερδίσουν), τον θέτουν όλοι οι μαθητές, είναι εκ των ων ουκ άνευ ότι στο παιχνίδι θα ήθελαν να κερδίσουν, όπως σε κάθε παιχνίδι. Το δεύτερο στόχο, που τον έχει ήδη ανακοινώσει ο εκπαιδευτικός

αναλυτικά με τη μορφή διδακτικών στόχων της ενότητας (βλ. 4.5.1. και 4.5.2.) τον έχουν στο μυαλό τους κυρίως οι καλοί μαθητές, αλλά ακόμα και αυτό μάλλον συμβαίνει σε μικρό βαθμό αν το παιχνίδι έχει καλή ροή. Αλλά και οι πιο αδύναμοι μαθητές που θα βάλουν ως μόνο σκοπό τη νίκη, στο τέλος θα μάθουν κάτι αφού θα παίξουν με θέρμη το παιχνίδι. Έτσι καλύπτεται μια μεγάλη μερίδα μαθητών, τόσο οι «καλοί» μαθητές όσο και οι πιο «αδύναμοι». Οι στρατηγικές του παιχνιδιού και οι στρατηγικές μάθησης είναι το ίδιο φαινόμενο, ιδωμένο από διαφορετικές πλευρές, σαν τις δυο όψεις ενός νομίσματος. Σε ένα παιχνίδι εκπαιδευτικό, για την επίλυση ενός προβλήματος συμπορεύονται και οι δύο στρατηγικές (Kim 2009).

7. Απαιτητικός ρυθμός παιχνιδιού και δυο ανταγωνιστικές απαιτήσεις

Κάποιοι μαθητές, κυρίως κορίτσια, δυσκολεύτηκαν να ακολουθήσουν το γρήγορο ρυθμό του παιχνιδιού (Chem)₄mula που απαιτεί να παίρνει μια κάρτα από τον παίχτη αριστερά του, να ελέγχει τις κάρτες του και ταυτόχρονα να δίνει μια άχρηστη κάρτα στον παίχτη δεξιά του. Εδώ ελλοχεύει ο κίνδυνος ο μαθητής να δυσκολευτεί να μάθει το εκπαιδευτικό περιεχόμενο, γιατί ο παίχτης πρέπει ταυτόχρονα να ανταποκριθεί σε δυο διαφορετικές ανταγωνιστικές απαιτήσεις: μια που αφορά τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος του παιχνιδιού (gameplay), και μία που αφορά το εκπαιδευτικό περιεχόμενο (Habgood and Ainsworth 2011, p.176). Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι αυτοί οι μαθητές που ήθελαν περισσότερο χρόνο να παρατηρήσουν τις κάρτες τους, έμεναν πίσω στο παιχνίδι και για να μη συμβαίνει αυτό αναγκάζονταν να παίζουν βιαστικά και μερικές φορές στην τύχη, χωρίς στην ουσία να σκέφτονται τα σωστά ταιριάσματα των καρτών με τους αντίστοιχους χημικούς τύπους. Αυτός ο παράγοντας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο σχεδιασμό των παιχνιδιών, δηλαδή θα πρέπει να αποφεύγεται να έχουν πολύ έντονη δράση.

8. Ανησυχία μαθητών αν θα μάθουν με το παιχνίδι

Δύο μαθητές πριν από το παιχνίδι και κατά την πληροφόρηση τους την προηγούμενη μέρα για τη δραστηριότητα, είπαν πως ανησυχούν πως δε θα μάθουν αυτά που πρέπει με το παιχνίδι, πως δε θα λύσουμε ασκήσεις. Εδώ

εντοπίζεται μια γενικότερη δυσκολία που υπονομεύει την ενσωμάτωση του παιχνιδιού στη διδασκαλία της επιστήμης (Wolfe et al 1998, p.73): οι εξωτερικές απαιτήσεις. Όταν υπάρχουν υψηλές προσδοκίες από γονείς, καθηγητές, και άγχος για υψηλούς βαθμούς, τότε μειώνεται το εσωτερικό κίνητρο για μάθηση. Πόσο μάλλον για τους μαθητές Λυκείου που είναι προσανατολισμένοι ήδη από την Α' Λυκείου προς τις Πανελλαδικές εξετάσεις. Προσπάθησα να τους εξηγήσω πως το παιχνίδι είναι διδασκαλία αυτή καθαυτή.

9. Μαθητές που έλειπαν την πρώτη ώρα

Όταν ένας μαθητής έλειπε στην πρώτη διδακτική ώρα που εφαρμόστηκε το παιχνίδι, τότε τη δεύτερη διδακτική ώρα που συνεχίστηκε το παιχνίδι, είχε όπως ήταν αναμενόμενο, δυσκολία στο να συμμετάσχει: δεν είχε ακούσει τους κανόνες του παιχνιδιού, οπότε δε θα μπορούσε να παίξει. Παρόλα αυτά, οι μαθητές αυτοί εξέφραζαν την επιθυμία να συμμετάσχουν, να μάθουν το παιχνίδι, να είναι ενεργά μέλη της ομάδας. Δεν πρέπει να ξεχνάμε κάποιος πως η ανάγκη των εφήβων για επικοινωνία είναι μεγαλύτερη από ότι στα χρόνια του δημοτικού και το παιχνίδι ικανοποιεί αυτή την ανάγκη. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε πως τα μέλη της ομάδας προθυμοποιήθηκαν να τους εξηγήσουν πως παίζεται, όπως γίνεται άλλωστε και σε ένα επιτραπέζιο που παίζουν κάποιοι φίλοι και έρχεται κάποιος να μπει στο παιχνίδι για πρώτη φορά. Είναι σα να του δίνουν τις σημειώσεις του μαθήματος που έλειπε, μόνο που σε αυτήν την περίπτωση ο μαθητής μπορεί αμέσως να παρακολουθήσει, να συμμετέχει και να μάθει, ενώ συνήθως οι μαθητές που έχουν χάσει μια διδακτική ώρα δε μπορούν να συμμετάσχουν στο επόμενο μάθημα, αν πρώτα δεν καθίσουν να βρουν και να αντιγράψουν τις σημειώσεις του μαθήματος που έχασαν.

Να σημειωθεί ότι οι μαθητές αυτοί αφαιρέθηκαν βέβαια από το δείγμα της έρευνας, αφού είχαν χάσει την πρώτη διδακτική ώρα. Το ίδιο έγινε και με τους μαθητές που έλειπαν στα τμήματα ελέγχου που εφαρμόστηκε η μετωπική διδασκαλία. Μια λύση θα ήταν να σταλεί ηλεκτρονικά το φύλλο οδηγιών του παιχνιδιού στους απουσιάζοντες μαθητές, έτσι ώστε να

προετοιμαστούν, χωρίς όμως αυτό να μπορεί να υποκαταστήσει τη βιωματική εμπειρία του παιχνιδιού.

10. Άτακτοι/αδιάφοροι μαθητές

Σε σχέση με τους πιο «άτακτους» μαθητές είχε ενδιαφέρον πως καθόλη τη διάρκεια των παιχνιδιών παρέμεναν στις θέσεις τους παίζοντας το παιχνίδι. Προφανώς το βρήκαν ενδιαφέρον, ή τους άρεσε να αλληλεπιδρούν με τους φίλους τους και να απολαμβάνουν μια αυτονομία, αλλά ο αυτοέλεγχος που επέδειξαν ίσως οφείλεται σε κάτι παραπάνω από αυτά. Σύμφωνα με το Vygotsky το παιχνίδι απαιτεί συχνά από το παιδί να δράσει ενάντια στις παρορμήσεις του, να εναρμονίσει τη συμπεριφορά του στους κανόνες του παιχνιδιού. Μάλιστα σε παιδιά μικρότερης η υπακοή στους κανόνες και η αναβολή της παρόρμησης δίνουν μέγιστη ευχαρίστηση στο παιδί. Αυτοί οι κανόνες δεν είναι μόνο εξωτερικοί αλλά και εσωτερικοί, προσωπικοί π.χ. αυτοσυγκράτηση και αποφασιστικότητα. Αυτή η υποταγή σε κανόνες είναι σχεδόν αδύνατη στη ζωή, αλλά στο παιχνίδι είναι εφικτή. Με άλλα λόγια, μπορεί να ειπωθεί πως το παιχνίδι δημιουργεί τη ΖΕΑ του παιδιού. Στο παιχνίδι ένα παιδί είναι πάντα πάνω από την ηλικία του, πάνω από την καθημερινή του συμπεριφορά. Είναι σαν να είναι ένα κεφάλι ψηλότερο μέσα στο παιχνίδι (Vygotsky 1978b, p.102).

11. Διαφορετικές αναπαραστάσεις και μεταφορά γνώσης

Στο ValenShells οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας (Παράρτημα IV). Στο φύλλο εργασίας έπρεπε ανάμεσα σε άλλα να σχεδιάσουν με δομές Lewis το σχηματισμό ομοιοπολικών και ετεροπολικών δεσμών. Την ανταλλαγή ή συνεισφορά ηλεκτρονίων την έβλεπαν μέσα στο παιχνίδι, κατά την προσπάθεια τους να ταιριάξουν τις οπές των καρτών (ομοιοπολικός), ή στη χρήση των αυτοκόλλητων ηλεκτρονίων (ετεροπολικός). Όμως η ζητούμενη στο φύλλο εργασίας αναπαράσταση ήταν διαφορετική από την αναπαράσταση των δεσμών μέσα στο παιχνίδι. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δυσκολευτούν οι μαθητές και να ζητούν διευκρινήσεις. Δηλαδή είχαν δυστοκία στη μεταφορά της γνώσης που απέκτησαν στο παιχνίδι σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, παρότι οι χημικές αρχές ήταν ίδιες και

στα δυο πλαίσια. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν η κατά τα άλλα επιθυμητή εσωτερική ενσωμάτωση των εννοιών στο παιχνίδι κατασκευάζει γνώση που είναι ειδική για το περιβάλλον του παιχνιδιού ή που περιλαμβάνει συμπαγείς αναπαραστάσεις σε αντίθεση με τις πιο αφηρημένες αναπαραστάσεις που απαιτούν οι ασκήσεις του βιβλίου, ή ένα φύλλο εργασίας (Habgood and Ainsworth 2011, p.176).

12. Οι πολύπλοκες οδηγίες του ValenShells

Το ValenShells ήταν το πιο δύσκολο παιχνίδι από άποψη πολυπλοκότητας και κανόνων και χρειάστηκε στην αρχή να δοθούν επεξηγήσεις και παραδείγματα ταιριάσματος καρτών πέρα των εκτυπωμένων οδηγιών που μοιράστηκαν. Το ίδιο συνέβη και κατά τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας που γίνονταν παράλληλα με το παιχνίδι. Προφανώς θα πρέπει να είναι ακόμα αναλυτικότερο και λεπτομερειακό το έγχρωμο φύλλο οδηγιών και να εμπλουτιστεί με περισσότερες φωτογραφίες, ενώ και τα φύλλα εργασίας θα πρέπει να περιλαμβάνουν κι άλλα λυμένα παραδείγματα.

13. Μειονεκτήματα ValenShells

Στο ίδιο παιχνίδι, το ValenShells, δε κατέστη εφικτό κατά το σχεδιασμό να ενσωματωθεί η έννοια του διπλού και τριπλού ομοιοπολικού δεσμού, ενώ αναγκάστηκε να θέσω κανόνα που να αποκλείει τον εκτός ύλης σχηματισμό ετεροπολικού δεσμού μεταξύ υδρογόνου και μετάλλων (υδρίδια μετάλλων), αν και οι κάρτες τον επέτρεπαν. Επίσης δε γίνεται καθόλου αναφορά σε ηλεκτροστατικές δυνάμεις και ενέργειες δεσμών, με αποτέλεσμα οι μαθητές να προσδίδουν ανθρωπομορφικές ιδιότητες στα άτομα, σαν τα άτομα να γνωρίζουν ότι δεν έχουν οχτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και να επιθυμούν να αποκτήσουν. Αυτό είναι ένα γνωστό πρόβλημα στη διδασκαλία του χημικού δεσμού (Taber 2013, p.396)

14. Μειονέκτημα memOrganic

Ένα μειονέκτημα του memOrganic είναι ότι εστιάζει στην απομνημόνευση, γεγονός που δε τους βοηθάει στο επόμενο κεφάλαιο να

κατανοήσουν τη δυναμική των χαρακτηριστικών ομάδων και το ρόλο τους στις αντιδράσεις προσθήκης, απόσπασης και υποκατάστασης.

15. Οικονομικό κόστος

Ένας άλλος προβληματισμός που παρουσιάστηκε στο στάδιο του σχεδιασμού, ήταν το οικονομικό κόστος. Θα πρέπει να ετοιμαστούν πολλά αντίγραφα του ίδιου υλικού, ιδίως για τμήματα με πάνω από 20 μαθητές, ένα για κάθε ομάδα, γεγονός που επιβαρύνει τον προϋπολογισμό του παιχνιδιού και κατ' επέκταση τον εκπαιδευτικό-σχεδιαστή. Για παράδειγμα τα τρία παιχνίδια κόστισαν συνολικά περίπου 120 ευρώ (εκτύπωση καρτών-ταμπλό και συσκευασίες). Τα έξοδα θα ήταν πολύ περισσότερα αν η γραφιστική υλοποίηση στον υπολογιστή είχε ανατεθεί σε επαγγελματία. Πρέπει ο σχεδιαστής να είναι εξοικειωμένος με γραφιστικά προγράμματα ώστε να μειωθεί το κόστος. Μία άλλη λύση για τα έξοδα της εκτύπωσης θα ήταν να ζητηθεί από το Διευθυντή του σχολείου να απαιτήσει χρήματα από τη σχολική επιτροπή του Δήμου, όπως για παράδειγμα κάνει για την αγορά εξοπλισμού και αντιδραστηρίων για το εργαστήριο φυσικών επιστημών. Μια άλλη ιδέα θα ήταν να αναπαραχθούν λιγότερα αντίγραφα του παιχνιδιού και διαφορετικές ομάδες να τα χρησιμοποιούν σε διαφορετικές ώρες μαθήματος. Αυτό βέβαια σημαίνει πως εκείνη την ώρα θα πρέπει να βρεθεί μια άλλη δραστηριότητα για τους υπόλοιπους, πράγμα όχι εύκολο (Crute 2010, p.268).

16. Βελτίωση της αυτοαντίληψης των μαθητών

Ένας τρόπος για να βελτιώσουν οι άνθρωποι την αυτοαντίληψη τους είναι να επιτύχουν σε κάτι, χωρίς όμως αυτή η επιτυχία να έρχεται πολύ εύκολα (Bandura 1994). Με τα παιχνίδια εκπληρώνεται εν μέρει αυτό το ζητούμενο, αφού για παράδειγμα στο (Chem)₄mula, μαθητές με οξυμένη παρατηρητικότητα και δεξιότητες μπορούν να διακριθούν, ακόμα και αν δεν έχουν κατανοήσει πλήρως το γνωστικό κομμάτι. Έτσι, κερδίζοντας ένα γύρο αποκτούν αυτοπεποίθηση και έχουν κίνητρο να καταλάβουν και τις έννοιες της χημείας πίσω από το παιχνίδι, έτσι ώστε να διασφαλίσουν και άλλες νίκες. Αυτό συνέβη με μερικούς συνήθως «αδιάφορους» μαθητές που στη συνέχεια θέλησαν να μάθουν από τους συμμαθητές τους περισσότερες λεπτομέρειες

για το πώς να διακρίνουν π.χ. τα οξέα. Βέβαια άλλοι απλώς επαναπαύτηκαν στη δυνατότητα νίκης που τους έδωσε η ταχύτητα τους ή η τύχη στο μοίρασμα των χαρτιών. Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης της ακαδημαϊκής αυτοαντίληψη είναι όταν βλέπουν συνομήλικους τους να τα καταφέρνουν σε μια δραστηριότητα, οπότε και τους δημιουργείται η πεποίθηση ότι μπορούν να τα καταφέρουν και οι ίδιοι. Στο παιχνίδι έχουν άμεση και ίδια διαπίστωση ότι οι φίλοι τους, οι συμμαθητές τους, οι συμπαίκτες ή αντίπαλοι τους μπορούν και κερδίζουν.

17. Υψηλός δείκτης βαθμού επιρροής στο (Chem)₄mula

Στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για το (Chem)₄mula προέκυψαν πολύ υψηλοί βαθμοί επιρροής d (size effect) και στα δυο πειραματικά τμήματα σε σχέση με το τμήμα ελέγχου (1.05 και 0.87 αντίστοιχα). Τιμή $d=1$ σημαίνει ότι η μετρούμενη μεταβλητή (π.χ. η εφαρμογή των παιχνιδιών), βελτιώνει την ταχύτητα μάθησης κατά 50% (Hattie 2009, p.7). Μοιάζει υπερβολικά υψηλή μια τέτοια τιμή d , πιθανόν να μην οφείλεται μόνο στο παιχνίδι αλλά και σε άλλους παράγοντες, για παράδειγμα μικρότερο ποσοστό μαθητών προσανατολισμένων προς τα θετικά μαθήματα στο τμήμα ελέγχου.

Ίσως να διαδραμάτισε επιπλέον ρόλο η ενεργοποίηση της διαδικαστικής μνήμης (procedural memory). Η διαδικαστική μνήμη ενεργοποιείται από σωματικές κινήσεις, αθλήματα, παιχνίδια ρόλων, ή ένα πείραμα που θα κάνουν οι ίδιοι. Το σώμα και ο εγκέφαλος είναι μέρος του ίδιου οργανισμού και ότι συμβαίνει στο σώμα σχετίζεται με τον εγκέφαλο. Δηλαδή δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη χρήση των χεριών τους ή του σώματος τους είναι πιθανόν να τις θυμούνται για μεγαλύτερο διάστημα (Jensen 2003, p.136). Για παράδειγμα, στο δεύτερο μέρος του (Chem)₄mula, καλούνται να παίξουν επιστρατεύοντας αισθητικοκινητικές δεξιότητες, όπως ταχύτητα στο χειρισμό των καρτών που έχουν στα χέρια και παρατηρητικότητα. Βέβαια, το μέγεθος των δειγμάτων ήταν μάλλον μικρό (240 στο σύνολο), και σίγουρα χρειάζεται έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα μαθητών.

18. Απαραίτητος αριθμός καρτών

Στη δραστηριότητα του παιχνιδιού στο (Chem)₄mula, όταν μία ομάδα είχε πέντε παίχτες αντί για τέσσερεις, τότε το πέμπτο μέλος απλά παρακολουθούσε διότι οι κάρτες δεν έφταναν για να μοιραστούν και σε αυτόν. Το αποτέλεσμα ήταν μερικές φορές ο μαθητής αυτός να καταλήγει να αδιαφορεί και να βαριέται. Θα πρέπει λοιπόν να ληφθεί μέριμνα να υπάρχουν επιπλέον εκτυπωμένες κάρτες για να καλύπτουν τέτοιες περιπτώσεις.

19. Μέτρηση ελκυστικότητας των παιχνιδιών

Θα ήταν χρήσιμο, πέρα από το κομμάτι μεταφοράς της γνώσης μέσω του παιχνιδιού να μετρηθεί με ποιοτική έρευνα και ο βαθμός ελκυστικότητας των παιχνιδιών. Είναι το παιχνίδι διασκεδαστικό; Θέλουν να το ξαναπαίξουν οι μαθητές; Ένα παιχνίδι που είναι βαρετό, δύσκολα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως εκπαιδευτικό παιχνίδι, αφού οι μαθητές δε θα έχουν κίνητρο να το παίξουν. Σε σχετική ερώτηση, οι μαθητές εκφράστηκαν με ενθουσιασμό για το παιχνίδι και ρώτησαν πότε θα παίξουν ξανά, όμως αυτή η παράμετρος δε μετρήθηκε με κατάλληλη ποιοτική έρευνα. Επίσης ανάλογη διερεύνηση θα μπορούσε να γίνει για τυχόν αλλαγή στάσεων των μαθητών απέναντι στη χημεία, που όμως για να μελετηθεί, προϋποθέτει εφαρμογή παιχνιδιών με τους ίδιους μαθητές κατ' επανάληψη και σε μεγαλύτερη χρονική περίοδο.

20. Οι μαθητές ως σχεδιαστές παιχνιδιών

Θα είχε ενδιαφέρον οι μαθητές να εμπλακούν στο σχεδιασμό των παιχνιδιών. Έτσι θα γίνονταν μέτοχοι της διαδικασίας από την αρχή και θα είχαν μεγαλύτερο εσωτερικό κίνητρο να παίξουν στη συνέχεια, με άλλα λόγια θα είχε μεγαλύτερο νόημα για αυτούς να παίξουν με κάτι που κατασκεύασαν οι ίδιοι. Μάλιστα, υπάρχουν και πρακτικές ασκήσεις για εκπαίδευση στο σχεδιασμό (Salen & Zimmerman 2004, p.12-21). Βέβαια, σε αυτήν την περίπτωση τα παιχνίδια δε θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στους ίδιους μαθητές για εισαγωγή νέων εννοιών, αφού θα τις είχαν ήδη μελετήσει με τον καθηγητή εκ των προτέρων, ώστε να μπορέσουν να σχεδιάσουν το ανάλογο παιχνίδι. Σε αυτήν την περίπτωση τα παιχνίδια θα χρησιμοποιούνταν μετά τη

διδασκαλία των εννοιών, ως εργαλεία εμπέδωσης ή ελέγχου των γνώσεων, όπως άλλωστε είναι και τα περισσότερα εκπαιδευτικά παιχνίδια στη βιβλιογραφία. Το όφελος όμως για τους μαθητές που θα λάμβαναν μέρος στο σχεδιασμό των παιχνιδιών θα ήταν μεγάλο, αφού μέσα από τη διαδικασία θα αποκτούσαν βαθιά κατανόηση των εννοιών. Κατ' αναλογία θα είναι σα να ζητήσει κάποιος από έναν μαθητή να φτιάξει μια άσκηση αντί να τη λύσει, πράγμα που είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Η εμπλοκή με το σχεδιασμό των παιχνιδιών λόγω των υψηλών της απαιτήσεων, μπορούμε να πούμε ότι δημιουργεί μια ζώνη επικείμενης ανάπτυξης για το μαθητή.

Τέλος, ένας επίδοξος σχεδιαστής παιχνιδιού είτε είναι εκπαιδευτικός είτε ομάδα μαθητών θα μπορούσε να πάρει συνέντευξη από κάποιον που είναι επαγγελματίας σχεδιαστής παιχνιδιών ώστε να τους δώσει κατευθύνσεις και συμβουλές για το πώς οι αρχές των παιχνιδιών μπορούν να ενσωματωθούν στην αρχιτεκτονική τους.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Akkuzu, N., Uyulgan, A. (2016) How to Improve Students' Comprehension concerning the Major Terms of Functional Groups?--In the Experiment of OrCheTaboo Game, *International Journal of Higher Education*, vol.5, no.2, pp.196-212
2. Allery, A. (2004) Educational Games and Structured Experiences, *Medical Teacher*, vol. 26, no.6, pp. 504–505
3. AMEP-American Educational Products LLC Elementals, <https://www.amep.com>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
4. Anderman, M., Maehr, L. (1994) Motivation and Schooling in the Middle Grades, *Review of Educational Research*, vol.64, no.2, pp.287-30
5. Annetta, L. (2010) The “I’s” Have It: A framework for serious educational game design *Review of General Psychology*, vol. 14, pp.105–112
6. Bandura, A. (1999) Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective, *Asian Journal of Social Psychology*, vol.2, pp.21-41.
7. Bandura, A. (1994) Self-efficacy in Ramachaudran, V. (Ed.), *Encyclopedia of human behavior*, Vol.4, New York: Academic Press, pp.71-81
8. Bandura, A., Schunk, D. (1981) Cultivating competence, self-efficacy, and intrinsic interest through proximal self-motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol.41, pp.586-598
9. Bastiaan, R., (2016) Fourteen ways of reducing analysis paralysis in your board-game, ανακτήθηκε από <http://makethemplay.com/index.php/2016/07/07/14-ways-of-reducing-analysis-paralysis-in-your-board-game/>, προσπελάστηκε 28 Αυγούστου 2017
10. Baterson, P., Martin, P. (2013) *Play, Playfulness, Creativity and Innovation*, UK:Cambridge University Press
11. Bayir, E. (2014) Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental

- Periodica, Compoundica, and Groupica, *Journal of Chemical Education*, vol.91, p.531–535
12. Bell, P., Adkins, A., Gamble, R., Schultz, L. (2009) Enthalpy Costs of Making and Breaking Bonds: A Game of Generating Molecules with Proper Lewis Structures, *Journal of Chemical Education*, vol.86, no.4, pp.450-453
 13. Bergen, D. (2009) Play as the Learning Medium for Future Scientists, Mathematicians, and Engineers American, *Journal of Play* vol.1, no.4, pp.413-428
 14. Bergen, D. (2016) Play, Toys, Learning, and Understanding - An interview with Doris Bergen, *American Journal of Play*, vol.8, no.2, pp.145-156
 15. Bergstrom, K. (2010) The implicit rules of board games: on the particulars of the lusory agreement in Lugmayr, A., Franssila, H., Sotamaa, O., Safran, C., Aaltonen, T. (Eds.). *Proceedings of the 14th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, Association for Computing Machinery (ACM), Tampere, Finland, pp.86-93
 16. Bjork, S., Holopainen, J., (2006) Games and Design Patterns, in Salen, K., Zimmermann, E. (eds) *The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*, Massachusetts:MIT Press, pp.410-437
 17. Black, P., Wiliam, D., Assessment and Classroom Learning, *Assessment in Education*, vol.5, no.1, pp.1-69
 18. Bloom, B. (1980) The New Direction in Educational Research: Alterable Variables, *The Phi Delta Kappan*, vol.61, no.6, pp.382-385
 19. Board Games Geek, <https://boardgamegeek.com/>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
 20. Bochennek, K., Wittenkindt, B., Zimmermann, S., Klingebiel, T. (2007) More than mere games: a review of card and board games for medical education, *Medical Teacher*, Vol.29, pp.941-948
 21. Bokyeong, K., Hyungsung, P., Youngkyun, B. (2009) Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning *Computers & Education*, vol.52, pp.800–810

22. Bowen, C. (2000) A Quantitative Literature Review of Cooperative Learning Effects on High School and College Chemistry Achievement, *Journal of Chemical Education*, vol.77, no.1, pp.116-119
23. Bransford, J., Derry, S., Berliner, D., Hammerness, K., Beckett, K. (2005) Theories of Learning and their Roles in Teaching in *Preparing Teachers for a Changing World: What Teachers Should Learn and Be Able to do* Hammond, L., D. and Bransford, J. (eds.). San Francisco: Jossey-Bass A Wiley Imprint, pp.40-87
24. Brown, C., (1929) Card Game, US 1704721 A 7/3/1929, <https://www.google.com/patents/US1704721>, προσπελάστηκε 5 Αυγούστου 2017
25. Bruckman, A. (1999) Can Educational be Fun? Game Developers Conference, CA: San Jose
26. Bruner, J., Wood, D., Ross, G. (1976) The role of tutoring in problem solving, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Vol.17, pp.89-100
27. Bruner, J. Play, (1986) Thought and Language, *Prospects*, vol.16, no.1, pp.77-83
28. Busch, C., Dohrmann, L., Mohlihs, M., Pasadu, M., Steinicke, M. (2016) Design-based Research on Conceptually Integrated Games to Foster Chemistry Skills in Secondary Education, 89-97 in Conolly, T., Boyle, L. (eds.) *Proceedings of The 10th European Conference on Games Based Learning* Reading: Academic Conferences and Publishing International, pp.89-97
29. Caillois, R. (1961) *Man, Play and Games*, Chicago: University of Illinois Press
30. Cappel, J. Munro, E. (2013) Elemons, Elemental Media Productions www.elementalpublishing.co.uk προσπελάστηκε 27 Ιουλίου 2017
31. Capps, J. (2008) Chemistry Taboo: An Active Learning Game for the General Chemistry Classroom, *Chem. Educ.*, vol.85, no.4, p.518
32. Carney, J. (2015) Retrosynthetic Rummy: A Synthetic Organic Chemistry Card Game. *Journal of Chemical Education*, vol.92, no.2 pp.328-331

33. Centelles, M., Magnieto, R. (2014) ChemMend: A Card Game To Introduce and Explore the Periodic Table while Engaging Students' Interest, *Journal of Chemical Education*, vol.91, no.6, pp868–871
34. Cimino, T. (2012), Αλχημείες, DesyllasGames, <http://desyllasgames.gr/> προσπελάστηκε 27 Ιουλίου 2017
35. Cohen, D. (1992) A power primer, *Psychological Bulletin*, Vol.112, No.1, pp.155-159.
36. Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., (2007) *Research Methods in Education*, 6th edition, Oxon and NY: Routledge, p.283
37. Costa, M. (2007) Carbohydec: A Card Game To Teach the Stereochemistry of Carbohydrates, *Journal of Chemical Education*, vol.84, no.6 pp.977-978
38. Coveyou, J. (2015) ION: A Compound Building Game, USA:Genius Games, <https://www.geniusgames.org/>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
39. Covington, V. (1998) *The Will to Learn: A Guide for Motivating Young People*, UK:Cambridge University Press,
40. Covington, M. (2000) Goal Theory, Motivation and School Achievement: An Integrative Review, *Annu. Rev. Psychol*, vol.51, pp.171–200.
41. Crute, D. (2000) Classroom Nomenclature Games-Bingo, *Journal of Chemical Education*, vol.77, no.4, pp. 481-482
42. Crute, D. (2010) Effective Use of Games and Puzzles in the Chemistry Classroom, in Basu-Dutt, S (ed.). *Making Chemistry Relevant: Strategies for Including All Students in a Learning-sensitive Classroom Environment*, New Jersey:John Willey and Sons Inc, pp.267-282
43. Crute, T., Myers, A. (2007) Sudoku Puzzles as Chemistry Learning Tools, *Journal of Chemical Education*, vol.84, no.4, pp.12-13
44. Csikszentmihalyi, M. (1988) The Flow Experience and Human Psychology, in M. Csikszentmihalyi, M. & Csikszentmihalyi, I.S. (eds.). *Optimal experience*, Cambridge: Cambridge University Press, pp.15-35

45. Csikszentmihályi, M. Abuhamdeh, S. Nakamura, J. (2005) Flow in Elliot, A. (ed.). *Handbook of Competence and Motivation*, New York: The Guilford Press, p.601
46. Csikszentmihályi, M., Rathunde, K., Whalen, S. (1997) *Talented Teenagers: The Roots of Success and Failure*, UK: Cambridge University Press
47. Csikszentmihályi, M., Rathunde, K. (2005) Middle School Students' Motivation and Quality of Experience: A Comparison of Montessori and Traditional School Environments, *American Journal of Education*, vol.111, no.3, pp.341-371
48. Δανασσής-Αφεντάκης, Α. (1991) Μάθηση και Ανάπτυξη, τ.Γ', Αθήνα
49. Deci, E. L., Ryan, R. (2000) The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-determination of Behaviour, *Psychological Inquiry*, vol.11, pp.227-268
50. Dewey, J., Dewey, E. (1915) *Schools of Tomorrow*, New York: E.P. Dutton & Company
51. Dulek, D. (2011) Chemistry: An Atom Building Game, Chicago: Elementally Fun Games LLC, <http://www.playefg.com/chemistry>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
52. Dulek, D. (2012) Meltdown, Chicago: Elementally Fun Games LLC <http://www.playefg.com/meltdown/>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
53. Dulek, D. (2016) Molecules a chemistry card game, Chicago: Elementally Fun Games, <http://www.playefg.com/molecules-1/>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
54. Edmonson, J., Lewis, L. (1999) Equilibrium Principles A Game for Students, *Journal of Chemical Education*, vol.76, no.4, p.502
55. Eigen, M., Winkler R, (1975) Laws of the Game: How the Principles of Nature Govern Chance, Revised ed, 1993, New Jersey: Princeton University Press,
56. Ellington, H. (2000) Games and Simulations-media for the New Millennium in Saunders, D., Smalley, N. (eds.). *The International*

Simulation & Gaming Research Yearbook, vol.8, NY and London:Routledge, pp.13-32

57. Else, P. (2009) *The Value of Play*, Great Britain:Continuum International Publishing Group 2009
58. Else, P. (2014) *Making Sense of Play-Supporting children in their play*, Berkshire:Open University Press McGraw Hill
59. Sturrock, G., Else, P. (1998) *The Colorado Paper - The Playground as Therapeutic Space: Playwork as Healing*, IPA/USA Triennial National Conference, June 1998
60. Engeser, S., Rheinberg, F. (2008) Flow, Performance and Moderators of Challenge-Skill Balance, *Motivation and Emotion*, vol.32, no.3, pp.158-172
61. Farmer, S. (2016) A Simple Card Game To Teach Synthesis in Organic Chemistry Courses *Journal of Chemical Education*, vol.93, no.4, pp695–698
62. Gagne R., M. (1984) Learning Outcomes and Their Effects, *American Psychologist*, vol.39, no.4, pp.377-385
63. Garris, R., Ahlers R., Driskell, E. (2002) Games, motivation, and learning: A research and practice model, *Simulation and Gaming*, vol.33 No.4, pp.441-467
64. Giest, H., Lompscher, J. (2003) Formation of Learning Activity and Theoretical Thinking in Kozulin, A., Gindis, B., Ageyev, V., Miller, S. (eds.). *Science Teaching in Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context*, UK:Cambridge University Press, pp.267-288
65. Gillespie, R. (1997). The great ideas of chemistry *Journal of Chemical Education*, vol.74, no.7, pp.862–864.
66. Goetz, T. (2011) Harnessing the power of feedback loops, *Wired*, 19 Ιουνίου 2011, <https://www.wired.com/>, προσπελάστηκε 5 Αυγούστου 2017
67. Gogal, K., Heuett, W., Jaber, D. (2017) CHEMCompete: An Organic Chemistry Card Game To Differentiate between Substitution and

Elimination Reactions of Alkyl Halides, *Journal of Chemical Education*, Article ASAP, May 25 2017

68. Grady, S., Vest, K., Todd, T. (2013) Student Attitudes Towards the Use of Games to Promote Learning in the Large Classroom Setting, *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, vol. 5, pp.263-268
69. Greengold, S. (2005) The Match Game: A Discovery of the Laboratory Equipment Used in High School Chemistry, *Journal of Chemical Education*, vol.82, no.4, pp.547-548
70. Habgood, M. P., Ainsworth, E. (2011) Motivating Children to Learn Effectively: Exploring the Value of Intrinsic Integration in Educational Games, *Journal of the Learning Sciences*, vol.20, no.2, pp.169-206
71. Harrison, M. (2013) Better Gaming Through Chemistry With Compounded , *Wired*, 17 Feb 2013, <https://www.wired.com/2013/02/compounded-chemistry-board-game/> προσπελάστηκε 27 Ιουλίου 2017
72. Harter, S. (1981a) A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components, *Developmental Psychology*, Vol.17, No.3, pp.300-312
73. Harter, S. (1981b) A model of mastery motivation in Children: Individual differences and developmental change, in Collins W. A., (ed.), *Aspects of the development of competence: Minnesota Symposia on Child Psychology-Volume 14*, NJ: Erlbaum, pp.214-255
74. Hattie, J. (2009) Visible learning: a synthesis of over 800meta-analyses relating to achievement, UK:Routledge
75. Hattie, J. (2012) *Visible Learning for Teachers*, UK:Routledge
76. Hattie, L., Yates, G. (2014) *Visible Learning and the Science of How We Learn*, UK:Routledge
77. Hoffmann, R., Laszlo, R. (1991) Representation in Chemistry. *Angewandte Chemie, International Edition in English*, vol.30, no.1, pp.1-16

78. Huizinga, J. (1938) *Homo Ludens*, English Edition 1949, London:Routledge and Kegan Paul Ltd
79. Jensen, E. (2005) *Teaching with the Brain in Mind*, 2nd edition, USA:ASCD Publications
80. Johnson, D., Johnson, R., Roseth, C. (2012) Promoting Early Adolescents' Achievement and Peer Relationships: The Effects of Cooperative, Competitive, and Individualistic Goal Structures, *Psychological bulletin*, Vol.134, No.2, pp.223-246
81. Καζαντζάκης, Ν., Κακριδής, Ι. (1938) *Ομήρου Οδυσσειάς*, ανακτήθηκε από http://research.uni-leipzig.de/giannis/Philosophie/OMHROU ODYSSEIA _OLD_NEW _OLO_20_01_2008.pdf, προσπελάστηκε 29 Ιουλίου 2017
82. Κασσωτάκης, Μ. (1981) *Η Αξιολόγηση της Επίδοσης των Μαθητών*, Τρίτη Έκδοση 1990, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη
83. Κατσάνος, Χ, Αβούρης, Ν. (2008) Στατιστικές μέθοδοι ανάλυσης πειραματικών δεδομένων συνεργασίας, στο Αβούρης, Ν., Καραγιαννίδης, Χ., Κόμης, Β. (Επιμέλεια Έκδοσης) *Συνεργατική τεχνολογία, συστήματα, και μοντέλα συνεργασίας για εργασία, μάθηση, κοινότητες πρακτικής και δημιουργία γνώσης*, σελ.483-516 Αθήνα:Εκδόσεις Κλειδάριθμος
84. Kagan, G. (2014) *Elementary:The Chemistry Card Game*, USA: Author <https://elementarycardgame.wordpress.com/>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
85. Kapp, Karl. (2012). *The gamification of learning and instruction : game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA :Pfeiffer
86. Kapp, K. (2014) *Gamification: Separating Fact from Fiction*, CLO - Chief Learning Office, 19 Μαρτίου 2014, <http://www.clomedia.com/2014/03/19/gamification-separating-fact-from-fiction/>, προσπελάστηκε 31 Αυγούστου 2017

87. Kavak, N. (2012a) ChemOkey: A Game To Reinforce Nomenclature, *Journal of Chemical Education*, 2012, vol.89, no.8, pp.1047–1049
88. Kavak, N. (2012b) ChemPoker, *Journal of Chemical Education*, vol.89, no.4, pp.522–523
89. Kean, A. (1998) Chemists and Play, in Pronin, F., Bergen, D. (eds.). *Play from Birth to Twelve and Beyond*, New York:Garland Publishing ,pp.468-472
90. Kim, B., Hyungsun, P., Youngkyun, B. (2009) Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning, *Computers & Education* vol.52, pp.800–810
91. Kind, V. (2004) *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry
92. Knudtson, A., (2015) ChemKarta: A Card Game for Teaching Functional Groups in Undergraduate Organic Chemistry, *Journal of Chemical Education*, vol.92, no.9, pp.1514–1517
93. Koether, M. (2003) The Name Game: Learning the Connectivity between the Concepts, *Journal of Chemical Education*, vol.80, no.4, pp.421-422
94. Kordaki, M. (2015) A Constructivist, Modeling Methology for the Design of Educational Card Games, *Social and Behavioral Sciences*, vol.191, pp.26-30
95. Kurke, L. (1999) Ancient Greek Board Games and How to Play Them *Classical Philology*, vol.94, no.3, pp. 247-267
96. Kwok, R. (2017) Enterprise:Game on, *Nature* vol.547, pp.369-371
97. Λαγουμιντζής, Γ., Βλαχόπουλος, Γ., Κουτσογιάννης, Κ. (2015) *Μεθοδολογία της Έρευνας στις Επιστήμες Υγείας*, Αθήνα: ΣΕΑΒ
98. Lakens, D (2013) Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for *t*-tests and ANOVAs, *Frontiers in Psychology*, Vol.4, p.863
99. Landers, R. (2014) Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification and learning, *Simulation & Gaming*, vol.45, no.6, pp.752-768

- 100.** Laplanche, J., Pontalis, J.,B. (1988) *The language of PsychoAnalysis*, London:Karnac Books
- 101.** Larson, W. (2000) Toward a Psychology of Positive Youth Development, *American Psycologist*, vol.55, no1, pp.170-183
- 102.** Larson-Hall, J. (2010) *A Guide to Doing Statistics in Second Language Research Using SPSS*, New York:Routledge
- 103.** Lieberman, N. (1977) *Playfulness: Its Relationship to Imagination and Creativity*, New York:Academic Press
- 104.** Liebschner, J. (1993) Aims of a Good School: The Curriculum of Friedrich Froebel Edited Highlights from Froebel's Writings Early Years, *An International Research Journal*, vol.14, no.1, pp.54-57
- 105.** Locke, J. (1693) *Some Thoughts Concerning Education* London: A. and J. Churchill at the Black Swan in Paternoster-row, ανακτήθηκε στις 23 Αυγούστου 2017 από Google Books
- 106.** Lodriche,S., Dianat A., (2013) Learning Method for Chemical Compound Nomenclature, US 8465286 B2 18/6/2013 <https://www.google.com/patents/US8465286>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
- 107.** Looney, A. (2017) Chemistry Fluxx, USA:Looney Labs, <http://www.looneylabs.com/games/chemistry-fluxx> προσπελάστηκε 27 Αυγούστου 2017
- 108.** Louder, D. (2013) *Compounded*, Dice Hate me Games, <https://www.kickstarter.com/projects/dicehateme/compounded-better-gaming-through-chemistry>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
- 109.** Ματσαγγούρας, Η. Γ. (1998) *Στρατηγικές διδασκαλίας*, 5^η έκδοση 2000, Αθήνα: Gutenberg
- 110.** Ματσαγγούρας, Η. Γ. (2000) *Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία και Μάθηση*, 3^η έκδοση 2004, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη
- 111.** MacKenzie, A., Edwards, S., Moore, D., Boyd, W. (2014) *Young Childrens' Play and Environmental Education in Early Childhood*, New York, London:Springer, p.21

112. Malone, W., Lepper, R. (1987) Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning, in Snow, R. & Farr, M. (Eds.). *Aptitude, learning, and instruction: Vol. 3. Conative and affective process analyses*, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 223-253
113. Mariscal, M., Martinez, M., Marquez, B. (2012) An educational card game for learning families of chemical elements, *Journal of Chemical Education* vol.89, no.8, pp.1044–1046
114. McLeod, J. Classified Index of Card Games, www.pagat.com, προσπελάστηκε 25 Ιουλίου 2017
115. Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., Alonso Arroyo, A. (2016) The use of gamification in education: a bibliometric and text mining analysis, *Journal of Computer Assisted Learning*, vol.32, pp.663–676
116. Moreno, F., Hincapie, G., Alzate, V. (2014) Cheminoes: A Didactic Game To Learn Chemical Relationships between Valence, Atomic Number and Symbol, *Journal of Chemical Education*, vol.91, no.6, pp.872–875
117. Morris, A. (2011) Go Chemistry: A Card Game To Help Students Learn Chemical Formulas, *Journal of Chemical Education*, vol.88, no.10, pp.1397-1399
118. Morris, J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., Romig, C. (2013) Gaming science: the “Gamification” of scientific thinking, *Frontiers in Psychology*, vol.4, no.607, pp.1-16
119. Murphy, C. (2011) Why Games Work and the Science of Learning Selected Papers Presented at MODSIM World 2011 Conference and Expo, USA:NASA Conference Publication, pp.383-392
120. Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. (2013) Teaching and Learning of the Chemical Bonding Concept: Problems and Some Pedagogical Issues and Recommendations in Tsapalis, G. Sevian, H. (eds.), *Concepts of Matter in Science Education*, pp.373-390, Dordrecht:Springer
121. Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Krajcik, J. (2007) Developing a new teaching approach for the chemical bonding concept

- aligned with current scientific and pedagogical knowledge, *Science Education*, vol.91, pp.579–603.
- 122.** Najdi, S., Sheikh, R. (2012) Educational Games: Do They Make a Difference?, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol.47, pp.48-51
 - 123.** Nakagawa, S., Cuthill, I. (2007) Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists, *Biological Review*, Vol.82, pp.591-605
 - 124.** Newdell, J. (2011) *Electronimoos*, USA: Bloomsbury, <http://www.brushwithscience.com/electronimoos/>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
 - 125.** Olejnik S., Algina, J, (2000) Measures of Effect Size for Comparative Studies: Applications, Interpretations, and Limitations, *Contemporary Educational Psychology*, Vol.25, No.3, pp.241-286
 - 126.** Parlett, D., (1979) *The Penguin Book of Card Games*, Introduction, updated edition, 2008 London:Penguin Books
 - 127.** Parlett, D., (2008) *The Chinese Leaf Game* <http://www.parlettgames.uk/histocs/leafgame.html> προσπελάστηκε 5 Αυγούστου 2017
 - 128.** Periodic Quest Basic Card Games (2010) <http://www.periodicquest.com/>, προσπελάστηκε 27 Ιουλίου 2017
 - 129.** Piaget, J, (1962) Play, Dreams and Imitation in Childhood in Freitas, S., Jameson, J. (eds.). *The e-learning reader*, London:Continuum International PublishingGroup, 2012 , pp.34-36
 - 130.** Piccione, P. (2007) The Egyptian game of Senet and the Migration of the soul in Finkel, I (ed.). *Ancient board games in perspective : papers from the 1990 British Museum colloquium with additional contributions* London : British Museum Press, pp.54-63
 - 131.** Pieroni, O., Vuano, B., Ciolino, A. (2000) Classroom Innovation: Games to Make Chemistry More Interesting and Fun, *Chem. Educator*, vol.5, no.4, pp.167-169

- 132.** Pippins, T, Anderson, C, Pointexter, E., Sulzemeier, S., Schultz, L. (2011) Element Cycles: An Environmental Chemistry Board Game, *Journal of Chemical Education*, vol.88, no.8, pp.1112–1115
- 133.** Popham, J. (2008) *Transformative Assessment*, Alexandria, VA:ASCD
- 134.** Pulyassary, R., Marath,T. (2014) Active learning card game and method for game based teaching and learning of periodic table of chemical elements US 20140008869 A1, <https://www.google.com/patents/US20140008869>, προσπελάστηκε 6 Αυγούστου 2017
- 135.** Ramirez, D., Squire, K. (2015) Gamification and Learning in *The Gameful World: Approaches, Issues and Applications*, Walz, S. and Deterding, S. (Eds.). The MIT Press Massachusetts: The MIT Press pp.629-652
- 136.** Rastegarpour, H.; Marashi P. (2012) The effects of card games and computer games on learning of chemistry concepts *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol.31, pp.597 – 601
- 137.** Σάλτα, Κ., (2011) *Θέματα Διδακτικής της Χημείας*, ΕΚΠΑ Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Χημείας, Αθήνα
- 138.** Salen, K., Zimmerman, E. (2004) *Rules of Play: Game Design Fundamentals*, Cambridge Massachusetts, London:The MIT Press
- 139.** Samar, A. (2008) Chemistry Card Game, US Patent 20080284104 A1 20/11/2008, <https://www.google.com/patents/US20080284104>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
- 140.** Samar, S. (2012) Elementeo Chemistry Card Game CA: Alchemist Empire Inc. <http://www.elementeo.com/>, προσπελάστηκε 7 Αυγούστου 2017
- 141.** Samide, J., Wilson, M. (2014) Games, Games, Games; Playing to Engage with Chemistry Concepts, *Chem. Educator*, vol.19, pp.167–170
- 142.** Scaife, M., Rogers, Y. (1996) External cognition: how do graphical representations work? *Int . J . Human – Computer Studies*, vol.45,pp. 185– 213

- 143.** Schreiber, N. (2015) Science Ninjas: Valence, USA:Author, <http://www.scienceninjas.com/>, προσπελάστηκε 8 Αυγούστου 2017
- 144.** Sevcik, S., Hicks, O., Schultz, D., Alexander, V. (2008) Elements - A Card Game of Chemical Names and Symbols, *Journal of Chemical Education*, vol.85, no.4, pp.514–515
- 145.** Sherman, A. Sherman, J. (1980) Chem-deck: How to learn to write the formulas of chemical compounds (or lose your shirt), *Journal of Chemical Education*, vol.57, no.7, p.503
- 146.** Skinner, E. A., Belmont, J. (1993) Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year, *Journal of Educational Psychology*, vol.85, no.4, pp.571-581
- 147.** Smith, P. (2001) Το Παιχνίδι και οι Χρήσεις του Παιχνιδιού, στο Αυγητίδου, Σ. (επιμ) *Το Παιχνίδι: Σύγχρονες Ερευνητικές και Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις*, Αθήνα: Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδάνος, σελ 203-228
- 148.** Sullivan, G., Feinn, R. (2012) Using Effect Size—or Why the P Value Is Not Enough, *Journal of Graduate Medical Education*, Vol.4, No.3, pp.279-282
- 149.** Sutton-Smith, B. (2001) *The Ambiguity of Play*, USA:Harvard University Press
- 150.** Taber, A. (2013) Common Core to Chemical Conceptions: Learners' Conceptions of Chemical Stability, Change and Bonding in Tsaparlis, G. Sevan, H. (eds.), *Concepts of Matter in Science Education*, pp.391-418, Dordrecht:Springer
- 151.** Taber, K, (2009) Learning at the Symbolic Level, in Gilbert, J., Treagust, D. (eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*, pp.75-105 Netherlands:Springer
- 152.** Tejada, S., Palcios, J. (1995) Chemical Elements Bingo, *Journal of Chemical Education*, vol.72 no.12, pp.1115-1116

153. Van Eck R, (2009) *A Guide to Integrating COTS Games into your Classroom*, Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education Ritchard, E., Ferdig, E. (Eds.). London:IGI Global
154. Vygostky, L. (1978a) *Interaction Between Learning and Development in Readings on the Development of Children*, Gauvain, M., Cole, M. (eds.). NY:Scientific American Books pp.34-40
155. Vygotsky, L (1978b). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*, MA:Harvard University Press
156. Welsh, J. (2003) Organic Functional Group Playing Card Deck, *J. Chem. Educ.* vol.80, no.4, pp.426-427
157. Wennerstand, A. (1998) The Playful Ways of the Performing Arts, in Pronin, F., Bergen, D. (eds.). *Play from Birth to Twelve and Beyond*, New York:Garland Publishing, pp.442-454
158. Wentzel, K. (1998) Social Relationships and Motivation in Middle School: The Role of Parents, Teachers, and Peers *Journal of Educational Psychology*, vol.90, no.2, pp.202-209
159. Westervelt, E. (2016) A Nobel Laureate's Education Plea: Revolutionize Teaching, NPR National Public Radio,
160. Wideman, H., Owston, R., Brown, C., Francis, H., Kushniruk, A., Francis, H., Pitts, K. (2007) Unpacking the potential of educational gaming: a new tool for gaming research, *Simulation and Gaming*, vol.38, no1, pp.10-30
161. Wilson, K. A., Bedwell, W., Lazzara, E., Salas, E., Swawn Burke, C., Estock, J., Orvis, K., Conkey, C. (2009) Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes: Review and Research Proposals *Simulation and Gaming*, vol.40, pp.217-266
162. Winnicot, D. H. (1971) *Playing and Reality*, 2nd ed. 2005, London & NY:Routledge,
163. Wittgentein, L. (1958) *Philosophical Investigations*, Great Britain:Basil Blackwell
164. Wolfe, R., Cummins, H., Myers, A. (1998) Dabbling Discovery and Dragonflies, in Pronin, F., Bergen, D. (eds.). *Play from birth to twelve and beyond* New York:Garland Publishing pp. 68-76

- 165.** Wood, E., Bennett, N. (2001) Οι Θεωρίες των Εκπαιδευτικών για το Παιχνίδι- Κονστρουκτιβισμός ή κοινωνικός κονστρουκτιβισμός, στο Αυγητίδου, Σ. (επιμ) *Το Παιχνίδι: Σύγχρονες Ερευνητικές και Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις*, Αθήνα: Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδάνος, σελ 301-328
- 166.** Wood, E., Attfield, J. (2005) *Play, Learning and the Early Childhood Curriculum*, Great Britain:Paul Chapman Publishing
- 167.** Woods, S. (2012) *Eurogames: The Design, Culture and Play of Modern European Games*, US: McFarland and Co Inc
- 168.** ΦΕΚ 183/23-1-2015 τ.Β (2015) Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος «Χημεία» της Α΄ και Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου και της ομάδας προσανατολισμού των Θετικών Σπουδών της Γ' τάξης Γενικού Λυκείου, Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων
- 169.** Φιλεκπαιδευτική Εταιρία, Αρσακεία και Τοσίτσεια Σχολεία (2014) Βραβείο στους καθηγητές και εύφημος μνεία στους μαθητές, <http://www.arsakeio.gr/gr/diakriseis/21591-diafwtizontas-th-didaskalia-twn-fysikwn-episthmwn-2>, προσπελάστηκε 27 Ιουλίου 2017
- 170.** Φλουρής, Γ. (1984) Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης, β΄ έκδοση 1992, Αθήνα : Εκδόσεις Γρηγόρη.
- 171.** Zhang, X. (2017) Acid–Base Poker: A Card Game Introducing the Concepts of Acid and Base at the College Level, *Journal of Chemical Education*, vol.94, no.5, pp.606–609

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
Accommodation	Συμμόρφωση
Adulteration	Ενηλικιοποίηση
Analysis paralysis	Παράλυση του παίχτη
Assimilation	Αφομοίωση
Commercial of the shelf games	Εμπορικά, μη κατά παραγγελία σχεδιασμένα παιχνίδια
Contamination	Επιμόλυνση
Flow theory	Θεωρία ροής
Game attributes	Χαρακτηριστικά παιχνιδιού
Game mechanics	Μηχανισμοί του παιχνιδιού
Game paralysis	Παράλυση παίκτη
Game-based learning	Παιχνιδοκεντρική μάθηση
Gamification of learning	Παιχνιδοποίηση της μάθησης
Independent t-test	Μη συσχετισμένος έλεγχος t
Intrinsic integration	Εσωτερική ενσωμάτωση
More Knowledgeable Others	Οι Σημαντικοί Άλλοι
Quasi-experimental design	Ημι-πειραματικός σχεδιασμός
Scaffolding	Φθίνουσα καθοδήγηση
Serious games	Σοβαρά παιχνίδια
Size effect	Δείκτης βαθμού επιρροής
Visible learning	Ορατή μάθηση
Zone of proximal development	Ζώνη επικείμενης ανάπτυξης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Φύλλο Οδηγιών και Φ.Ε. για το παιχνίδι (Chem)4mula

c h e m 4 m u l a

Κάθε ομάδα παίρνει 20 κάρτες με χημικούς τύπους. Σκοπός σας είναι να τις ταξινομήσετε ανοιχτές σε 4 διαφορετικές ομάδες (από 5 κάρτες η κάθε μία) με βάση κάτι χαρακτηριστικό που βλέπετε στους χημικούς τύπους. Κάθε κάρτα πρέπει να φαίνεται και να μην είναι σκεπασμένη από άλλη (μπορείτε να τις τοποθετείστε σαν «πασιέντζα»).

1 **Ερώτηση 1:**
Ποια κάρτα δε φαίνεται να ταιριάζει με καμία από τις υπόλοιπες; Γνωρίζετε μαζί με ποιες άλλες πρέπει να τοποθετηθεί;

Σας δίνονται 4 κάρτες «Οξέα», «Βάσεις», «Άλατα», «Οξειδία». Τοποθετείστε τις ως τίτλους σε κάθε μία από τις 4 ομάδες καρτών που έχετε φτιάξει.

2 **Ερώτηση 2:** Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Οξέα»;
Ερώτηση 3: Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Βάσεις»;
Ερώτηση 4: Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Οξειδία»;
Ερώτηση 5: Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Άλατα»;

Σας δίνονται άλλες 20 κάρτες με ονομασίες χημικών τύπων. Προσπαθήστε να τις ταξινομήσετε και αυτές σε 4 κατηγορίες ανάλογα με κάτι κοινό που θα βρείτε στις ονομασίες.

3 **Ερώτηση 6:**
Ποια κάρτα δε φαίνεται να ταιριάζει με καμία από τις υπόλοιπες; Γνωρίζετε μαζί με ποιες άλλες πρέπει να τοποθετηθεί;

Στη συνέχεια σας δίνονται 4 κάρτες «Οξέα», «Βάσεις», «Άλατα», «Οξειδία».

4 Τοποθετείστε τις ως τίτλους σε κάθε μία από τις 4 ομάδες καρτών που έχετε φτιάξει.

Ερώτηση 7: Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Οξέα»;
Ερώτηση 8: Τι χαρακτηριστικό έχει η ομάδα «Βάσεις»;
Ερώτηση 9: Όμοια, η ομάδα «Οξειδία»;
Ερώτηση 10: Όμοια, η ομάδα «Άλατα»;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

Τεστ στην ονοματολογία και γραφή χημικών τύπων

Τεστ στην Ονοματολογία και Γραφή Χημικών Τύπων

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο:

Τμήμα:

Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας:

Χημικός Τύπος	Ονομασία
Na_2SO_4	
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	
H_2SO_4	
Na_2O	
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	
KOH	
	θειικό αργίλιο
	βρωμιούχο κάλιο
	αμμωνία
	οξείδιο του μαγνησίου
	υδροχλώριο
CO_2	
HCN	
HNO_3	
BaBr_2	
CaS	
	ιωδιούχος άργυρος
	υδροξείδιο του νατρίου
	μονοξείδιο του αζώτου
	χλωριούχος άργυρος

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Φύλλο Οδηγιών για το παιχνίδι ValenShells

ValenShells

Περιεχόμενα

120 διαφανείς, έγχρωμες, πλαστικές κάρτες διπλής όψης, στις οποίες αναγράφονται στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα

Προετοιμασία

Κάθε ομάδα αποτελείται από 4 ή 5 παίκτες. Αν η ομάδα έχει 4 παίκτες, χωρίζονται σε δυο αντίπαλες υποομάδες των 2 ατόμων, ενώ αν έχει 5 παίκτες, ο πέμπτος παίκτης είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο των κανόνων. Κάθε ομάδα παίρνει:

- ένα ταμπλό με τον Περιοδικό Πίνακα και ένα φύλλο εργασίας
- ένα πιόνι το οποίο τοποθετεί στο σημείο "Αρχή"
- πορτοκαλί κάρτες μετάλλων και πράσινες κάρτες αμετάλλων τις οποίες τοποθετεί σε στίβα στην ειδική θέση στο χαρτόνι.

Το παιχνίδι

Τοποθετούνται 2 κάρτες ανοιχτές μπροστά και στις 2 ομάδες, μία κάρτα από τα "Αμέταλλα" και μία κάρτα από τα "Μέταλλα". Οι κάρτες αυτές είναι κοινές και για τις 2 ομάδες. Οι ομάδες παίζουν εναλλάξ, ρίχνοντας το ζάρι και μετακινώντας το πιόνι τους πάνω στη διαδρομή που είναι ζωγραφισμένη στο ταμπλό. Κάθε βήμα αντιστοιχεί και σε ένα διαφορετικό στοιχείο.

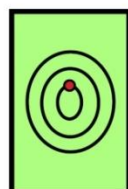
- Αν το πιόνι σταματήσει σε πράσινο στοιχείο, ανοίγει μία πράσινη κάρτα από τη στίβα "Αμέταλλα" και προσπαθεί να την ταιριάξει (βλέπε "Κανόνες Ταιριάσματος καρτών"). Αν τα καταφέρει, βάζει το ζευγάρι των καρτών στην άκρη και συμπληρώνει την πρώτη γραμμή στον πίνακα. Αν δεν καταφέρει να την ταιριάξει, τότε αυτή η κάρτα μένει ανοιχτή δίπλα στις άλλες

- Αν το πιόνι σταματήσει σε πορτοκαλί στοιχείο, τραβάει μία πορτοκαλί κάρτα από τα στοιχεία "Μέταλλα" και προσπαθεί να την ταιριάξει (βλέπε "Κανόνες Ταιριάσματος καρτών"), και στη συνέχεια κάνει όπως παραπάνω.

- Αν το πιόνι σταματήσει σε πορτοκαλοπράσινο στοιχείο (ημιμέταλλα: B, Si), τότε η ομάδα μπορεί να διαλέξει κάρτα είτε από τα μέταλλα είτε από τα αμέταλλα

- Αν το πιόνι σταματήσει σε μοβ στοιχείο (ευγενή αέρια), τότε η ομάδα χάνει τη σειρά της.

- Το παιχνίδι συνεχίζεται μέχρι να τελειώσουν οι κάρτες και στις δύο στίβες. Αν σε μία ομάδα τύχει ζαριά που αντιστοιχεί σε στοιχείο στίβας που έχει τελειώσει, τότε χάνει τη σειρά της



Κανόνες ταιριάσματος καρτών

α) Θα πρέπει κάθε στοιχείο κατά το σχηματισμό δεσμού (ταίριασμα), να αποκτήσει 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα ('κανόνας των 8e'). Μεταξύ πράσινων καρτών αμετάλλων αυτό μπορεί να γίνει με κατάλληλη μερική επικάλυψη των καρτών (σχήμα 1). Μεταξύ πορτοκαλί και πράσινων καρτών, αυτό μπορεί να γίνει με αποκόλληση ενός ή περισσότερων αυτοκόλλητων ηλεκτρονίων από τις κάρτες των μετάλλων και επικόλληση τους σε κατάλληλο σημείο στις κάρτες των αμετάλλων (σχήμα 2)

β) Από άποψη πόντων, συμφέρει να γίνεται προσπάθεια να ταιριάξουν μεταξύ τους ταυτόχρονα περισσότερες από μία κάρτες κατά τη δημιουργία μίας ένωσης. Για κάθε κάρτα που έχει χρησιμοποιηθεί σε μία ένωση αθροίζεται ένας πόντος στην τελευταία στήλη του πίνακα στο φύλλο εργασίας (σχήμα 3)

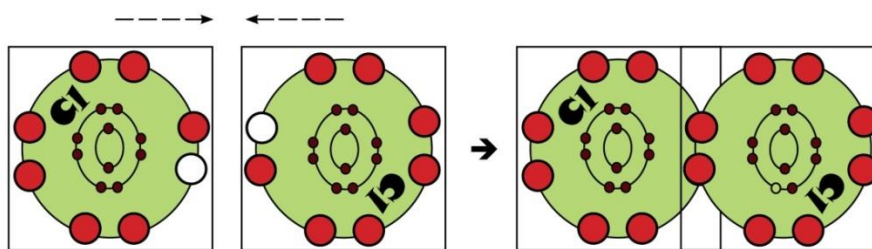
γ) Θα πρέπει πάντα να υπάρχουν 2 τουλάχιστον ανοιχτές κάρτες κάτω. Έτσι, αν τύχει να χρησιμοποιηθούν όλες που είναι ανοιχτές, τότε πριν ρίξει το ζάρι η επόμενη ομάδα, τοποθετούνται δυο νέες ανοιχτές, μία πράσινη και μία πορτοκαλί

δ) Το υδρογόνο θα ενώνεται μόνο με αμέταλλα (παρόλο που υπάρχουν ενώσεις του με μέταλλα που είναι εκτός ύλης)

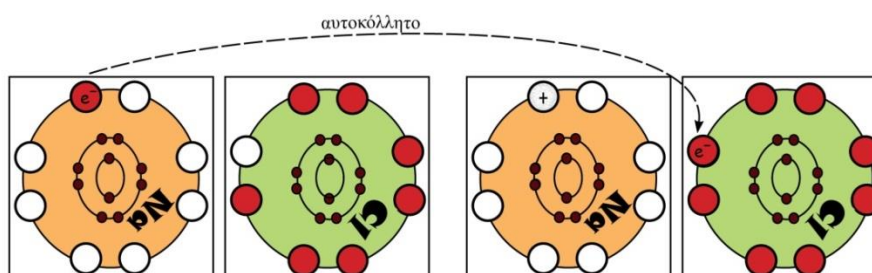
ε) Κάθε ένωση, για λόγους ευκολίας στο παιχνίδι, θα πρέπει να αποτελείται από ένα ή δύο το πολύ διαφορετικά στοιχεία, π.χ. οι ενώσεις H-H ή H-O-H είναι δεκτές, όχι όμως η ένωση H-S-Cl



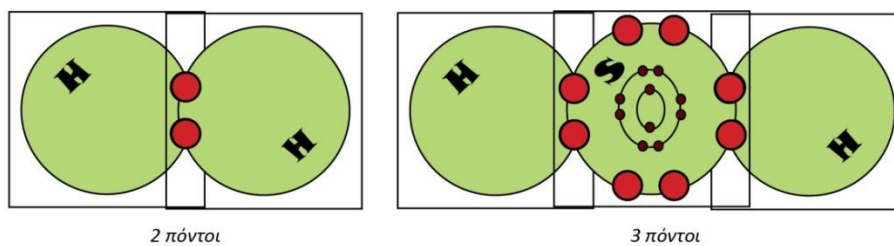
Σχήμα 1. Ταίριασμα καρτών αμετάλλων



Σχήμα 2. Ταίριασμα καρτών μετάλλων-αμετάλλων



Σχήμα 3. Συλλογή πόντων



ValenShells®

Δημιουργία παιχνιδιού: Πέτρος Μούγιος, Χημικός MSc

Φ.Ε. στους χημικούς δεσμούς

Τμήμα.....

Τάξη:.....

Ημερομηνία:.....

[illegible]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Τεστ στους χημικούς δεσμούς

Τεστ στους δεσμούς

Ημερομηνία:

Ονοματεπώνυμο:

Τμήμα:

1. Από τα παρακάτω έχει την τάση να δώσει ηλεκτρόνια το...

(α) $_{11}\text{Na}$ (β) $_{17}\text{Cl}$ (γ) $_2\text{He}$ (δ) $_1\text{H}$

2. Ένα στοιχείο με δομή $\text{K}(2)\text{L}(8)\text{M}(2)$ έχει την τάση να...

(α) πάρει e (β) δώσει e (γ) μοιραστεί από κοινού e με άλλο άτομο

3. Ένα στοιχείο με δομή $\text{K}(2)\text{L}(7)$ μπορεί να κάνει...

(α) ετεροπολικό δεσμό (β) ομοιοπολικό δεσμό (γ) και τους δύο δεσμούς

4. Ο «κανόνας της οκτάδας» λέει πως τα άτομα κατά το σχηματισμό χημικών δεσμών θέλουν να

(α) δώσουν 8 e (γ) να αποκτήσουν στην προτελευταία στιβάδα 8e

(β) πάρουν 8 e (δ) να αποκτήσουν στην τελευταία στιβάδα 8e

5. Να σχηματιστούν οι δεσμοί μεταξύ των παρακάτω ατόμων:

(α) $_3\text{Li}$ με $_9\text{F}$

(β) $_1\text{H}$ με $_{17}\text{Cl}$

(γ) $_{12}\text{Mg}$ με $_8\text{O}$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Φύλλο Οδηγιών για το παιχνίδι memOrganic

memOrganic[©]

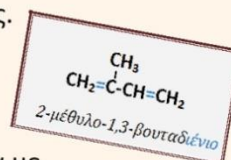
Ένα παιχνίδι παρατηρητικότητας και μνήμης για την Οργανική Χημεία της Β' Λυκείου

Περιεχόμενα

255 (51x5ομάδες) κάρτες διπλής όψης, στις οποίες αναγράφονται οι ομόλογες σειρές και οι γενικοί μοριακοί τύποι, καθώς και διάφοροι συντακτικοί τύποι με τις ονομασίες τους.

Προετοιμασία

Χωρίζετε σε ομάδες των 4 ή 5 ατόμων και κάθεστε κυκλικά. Κάθε ομάδα παίρνει δύο πακέτα με κάρτες, το Α με 25 και το Β με 26 κάρτες.



Το παιχνίδι

Πακέτο καρτών Α

1. Ανακατεύετε τις κάρτες. Επιλέγετε 5 κάρτες που στην πίσω όψη γράφουν 'αλκάνια', 'αλκένια', 'αλκίνια', 'αλκαδιένια', αλκυλαλογονίδια' και τις τοποθετείτε ανοιχτές σε κύκλο.
2. Κοιτάξετε τις κάρτες για 30 δευτερόλεπτα. Προσπαθείστε να απομνημονεύσετε τι χαρακτηριστική ομάδα έχει ο χημικός τύπος της καθεμιάς (η οποία είναι τονισμένη με διαφορετικό χρώμα), καθώς και τη θέση της κάθε κάρτας στον κύκλο.
3. Γυρίστε ανάποδα τις κάρτες.
4. Ο πρώτος παίχτης τραβάει μια κάρτα από το πακέτο (χωρίς να δει την πίσω όψη της ο ίδιος, ούτε οι υπόλοιποι) και την τοποθετεί μπροστά του. Προσπαθεί να θυμηθεί ποια από τις κλειστές κάρτες έχει την ίδια χαρακτηριστική ομάδα.
5. Αν ο παίχτης επιλέξει σωστά, τότε παίρνει αυτήν την κάρτα και τοποθετεί στη θέση της την κάρτα που είχε μπροστά του.



Αν έχει επιλέξει λάθος τότε την ξανακλείνει, ενώ η κάρτα που έχει μπροστά του πηγαίνει στην άκρη (δεν την παίρνει κανείς).

6. Συνεχίζει ο επόμενος παίχτης με τη σειρά, επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία.

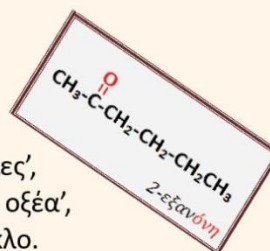
7. Όταν οι κάρτες τελειώσουν, κάθε παίχτης μετράει τις κάρτες του και το σημειώνει.

Πακέτο καρτών Β

8. Ανακατεύετε τις κάρτες. Επιλέγετε 6 κάρτες που στην πίσω όψη γράφουν 'αλκοόλες', 'αιθέρες', 'αλδεΐδες', 'κετόνες', 'καρβοξυλικά οξέα', 'εστέρες' και τις τοποθετείτε ανοιχτές σε κύκλο.

9. Στη συνέχεια ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως στο Πακέτο Α.

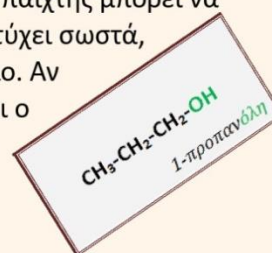
10. Κερδίζει όποιος μαζέψει συνολικά το μεγαλύτερο αριθμό καρτών.



Παραλλαγές

i) **Για γερή μνήμη!** Οι κάρτες Α και Β ανακατεύονται όλες μαζί. Στο τραπέζι τοποθετούνται σε κύκλο 11 κάρτες, μία από κάθε κατηγορία ενώσεων.

ii) **Για δυνατό συναγωνισμό!** Αν κάποιος παίχτης δεν πετύχει να ταιριάξει την κάρτα που έχει, τότε ένας άλλος παίχτης μπορεί να δοκιμάσει με αυτήν την ίδια κάρτα. Αν την πετύχει σωστά, τότε παίρνει κανονικά την κάρτα από τον κύκλο. Αν αποτύχει, τότε η κάρτα πηγαίνει στην άκρη και ο παίχτης χάνει τη σειρά του στο γύρο και χάνει το δικαίωμα να ξαναδοκιμάσει να βρει κάρτα που δεν είναι δική του.



memOrganic®

Δημιουργία παιχνιδιού: Πέτρος Μούγιος, Χημικός MSc, 2015

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Φύλλο Εργασίας στις Ομόλογες Σειρές

Ομάδα:

Τμήμα:

1. Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις:

Ομόλογη σειρά	Είδος δεσμών
Αλκάνια	Ένας τριπλός
Αλκένια	Ένας διπλός
Αλκαδιένια	Δύο διπλοί
Αλκοόλες	Οξυγόνο ανάμεσα σε άνθρακες
Αιθέρες	Ομάδα -COOH
Αλδεΐδες	Ομάδα -CHO
Κετόνες	Υδροξύλιο -OH
Καρβοξυλικά οξέα	Δυο οξυγόνα ενδιάμεσα
Εστέρες	Διπλός δεσμός C=O σε ενδιάμεσο άνθρακα
Αλκίνια	Μόνο απλοί

2. Να γράψεις σε ποια ομόλογη σειρά ανήκουν οι παρακάτω ενώσεις:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$:

3. Μεταξύ ενώσεων με ίδιο αριθμό ανθράκων, ποια θα έχει τα λιγότερα υδρογόνα;

(α) το αλκάνιο (β) το αλκένιο (γ) το αλκίνιο (δ) το αλκαδιένιο

4. Ένα άτομο οξυγόνου είναι πιθανόν να υπάρχει σε:

(α) αλκάνιο (β) αιθέρα (γ) εστέρα (δ) αλκυλαλογονίδιο

5. Να επιλέξετε Σωστό ή Λάθος

(α) Οι κετόνες και οι αιθέρες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

(β) Οι αιθέρες και οι αλδεΐδες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$

(γ) Τα οξέα και οι εστέρες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

Τεστ στις Ομόλογες Σειρές

Τεστ στις Ομόλογες Σειρές

Ονοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

1. Οι διαφορετικές κατηγορίες των οργανικών ενώσεων λέγονται ομόλογες σειρές. Ποια από τις παρακάτω ομόλογες σειρές έχει μόνο απλούς δεσμούς;
(α) αλκάνια (β) αλκένια (γ) αλκίνια (δ) αλκαδιένια

2. Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις:

Ομόλογη σειρά	Είδος δεσμών
Αλκάνια	Ένας τριπλός
Αλκένια	Ένας διπλός
Αλκίνια	Μόνο απλοί
Αλκαδιένια	Δύο διπλοί

3. Να γράψεις σε ποια ομόλογη σειρά ανήκουν οι παρακάτω ενώσεις:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$:

(α) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$:

4. Μεταξύ ενώσεων με ίδιο αριθμό ανθράκων, ποια θα έχει τα περισσότερα υδρογόνα;

(α) το αλκάνιο (β) το αλκένιο (γ) το αλκίνιο (δ) το αλκαδιένιο

5. Ένα άτομο βρωμίου (Br) είναι πιθανόν να υπάρχει σε:

(α) αλκάνιο (β) αιθέρα (γ) εστέρα (δ) αλκυλαλογονίδιο

6. Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις:

Ομόλογη σειρά	Είδος δεσμών
Αλκοόλες	Οξυγόνο ανάμεσα σε άνθρακες
Αιθέρες	Ομάδα $-\text{COOH}$
Αλδεΐδες	Ομάδα $-\text{CHO}$
Κετόνες	Υδροξύλιο $-\text{OH}$
Καρβοξυλικά οξέα	Δυο οξυγόνα ενδιάμεσα
Εστέρες	Διπλός δεσμός $\text{C}=\text{O}$ σε ενδιάμεσο άνθρακα

7. Για να έχω αλκαδιένιο πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον:

(α) ένας άνθρακας (β) δύο άνθρακες (γ) τρεις άνθρακες

8. Για κάθε μία από τις παρακάτω ομόλογες σειρές να γράψεις τρία παραδείγματα με συντακτικό τύπο (π.χ. για αλκάνιο: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$)

(α) ένα αλκίνη με 3 άνθρακες:

.....

(β) ένας αιθέρας με 4 άνθρακες:

.....

(γ) ένα αλκυλαλογονίδιο με 5 άνθρακες:

.....

10. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις έχει ένα άτομο οξυγόνου;

(α) αλκένιο (β) αιθέρας (γ) εστέρας (δ) αλκυλαλογονίδιο

11. Ποιες ομόλογες σειρές έχουν δύο άτομα οξυγόνου;

(α) αλκοόλες & αιθέρες (β) αλδεΐδες & κετόνες (γ) καρβ. οξέα & εστέρες

12. Να επιλέξετε Σωστό ή Λάθος

(α) Οι αλκοόλες και οι αιθέρες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

(β) Οι αλκοόλες και οι αλδεΐδες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$

(γ) Τα οξέα και οι εστέρες έχουν Γ.Μ.Τ. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$

13. Οι αλδεΐδες έχουν τον ίδιο Γ.Μ.Τ με...

(α) τους εστέρες (β) τις κετόνες (γ) τα αλκίδια (δ) τους αιθέρες