

Ένα Ψηφιακό Παιχνίδι σε Unity για τις Εναλλακτικές Ιδέες της Άνωσης

Γεράσιμος Χαμάλης

Εκπαιδευτικός Πληροφορικής ΠΕ86, Σιβιτανίδειος Σχολή
Μεταπτυχιακός Τμήματος Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
gerasimosh@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία κατασκευάζουμε ένα ψηφιακό παιχνίδι σε Unity για να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε τις εναλλακτικές ιδέες στο φαινόμενο της άνωσης. Όπως είναι γνωστό, τα παιδιά πριν ακόμα φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα, δίνοντας τη δική τους ερμηνεία για αυτά. Η σχεδίαση του παιχνιδιού περιλαμβάνει έναν ήρωα, όπου προκειμένου να διαπεράσει εμπόδια στον δρόμο του, έρχεται αντιμέτωπος με το φαινόμενο της άνωσης. Ο μαθητής κάνοντας δοκιμές με διαφορετικά βάρη, έρχεται σε γνωστική σύγκρουση με τις παραμέτρους του φαινομένου και δημιουργείται κατάλληλο πεδίο, όπου διευκολύνεται ο μετασχηματισμός των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σε επιστημονική γνώση.

Λέξεις κλειδιά: άνωση, εναλλακτικές ιδέες, ψηφιακό παιχνίδι

A Digital Game in Unity about Alternative Ideas of Buoyancy

Gerasimos Chamalis

Computer Science Professor PE86, Sivitanidios School
Postgraduate Department of Informatics & Telecommunications
National and Kapodistrian University of Athens
gerasimosh@gmail.com

Abstract

In this work we build a digital game in Unity to identify and fix alternative ideas in the buoyancy effect. As is well known, children before even attending school have formed an opinion on natural phenomena, giving their own interpretation of them. The design of the game involves a hero, where in order to break through obstacles in his way, he is confronted with the phenomenon of buoyancy. The student, doing tests with different weights, comes into cognitive conflict with the parameters of the phenomenon and a suitable field is created, where the transformation of the students' alternative ideas into scientific knowledge is facilitated.

Keywords: alternative ideas, buoyancy, digital game

Εισαγωγή

Από πολύ μικρή ηλικία, τα παιδιά αναπτύσσουν ιδέες ή εννοιολογικά σχήματα για τον φυσικό κόσμο που τα περιβάλλει. Τα ίδια έχουν εμπειρίες σχετικά με το τι συμβαίνει, όταν για παράδειγμα, αφήνουν αντικείμενα να πέσουν, ή τα σπρώχνουν, ή τα σύρουν ή τα ρίχνουν. Πολλές από τις αντιλήψεις που τα παιδιά διαμορφώνουν για τα φυσικά φαινόμενα προέρχονται από τις εμπειρίες μέσω των αισθήσεων. Μερικές έννοιες ή γνωστικά σχήματα,

ενώ επηρεάζουν την αλληλεπίδραση των παιδιών με το περιβάλλον τους, δεν μπορούν να εκφραστούν επαρκώς μέσω της γλώσσας. Οι (Tomasini, 1990) μελέτησαν τις ιδέες των παιδιών για την άνωση και βρήκαν τέσσερις διαφορετικές απόψεις ανάμεσα στους μαθητές του δείγματος τους. Τα παιδιά παρείχαν ιδέες στα πλαίσια:

- Του ρόλου που παίζει το υλικό και το βάρος
- Του ρόλου που παίζει το σχήμα, οι κοιλότητες και οι τρύπες
- Του ρόλου που παίζει ο αέρας
- Του ρόλου που παίζει το νερό

Πολλά παιδιά πίστευαν ότι οι τρύπες των αντικειμένων επηρεάζουν την ικανότητα τους να επιπλέουν. Παρά τη διδασκαλία, αυτή η ιδέα ήταν σταθερά ριζωμένη σε αρκετά παιδιά. Τα παιδιά του δείγματος που υποστήριζαν την τέταρτη άποψη, έδιναν μια ποικιλία απαντήσεων ως εξής: το νερό κάνει τα αντικείμενα βαρύτερα εάν εισέλθει μέσα τους, η πίεση του νερού σπρώχνει είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Σύμφωνα με τον (Kotsis, 2023) εναλλακτικές ιδέες, ορίζονται ως εσφαλμένες ή ελλιπείς κατανοήσεις των επιστημονικών εννοιών, επικρατούν μεταξύ των μαθητών σε όλες τις ηλικιακές ομάδες και τα εκπαιδευτικά επίπεδα. Στη φυσική, οι εσφαλμένες αντιλήψεις προκύπτουν συχνά από καθημερινές εμπειρίες, διαισθητικό συλλογισμό και υπεραπλουστευμένες αναλογίες. Η εμμονή των λανθασμένων αντιλήψεων στην κατανόηση των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές μπορεί να εμποδίσει τη μάθηση και να θέσει σε κίνδυνο τον επιστημονικό γραμματισμό.

Ανάλυση Εναλλακτικών Ιδεών για την Άνωση

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το φαινόμενο της άνωσης παρουσιάζουν ποικιλία και ανθεκτικότητα, ακόμη και μετά από διδασκαλία. Σύμφωνα με τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία (Καριώτογλου, 2006· Tomasini, 1990), μερικές από τις πιο συχνές λανθασμένες αντιλήψεις περιλαμβάνουν:

- Η άνωση εξαρτάται μόνο από το βάρος του αντικειμένου και όχι από τον όγκο ή το εκτοπιζόμενο υγρό.
- Τα αντικείμενα που επιπλέουν είναι απαραίτητα ελαφριά και όσα είναι βαριά πάντα βυθίζονται.
- Ο αέρας μέσα σε ένα σώμα αυξάνει το βάρος του και το κάνει να βυθίζεται.
- Το σχήμα και η ύπαρξη κοιλοτήτων καθορίζουν απόλυτα την επίπλευση.
- Η πίεση του νερού δρα μόνο προς τα κάτω, όχι προς τα πάνω.

Αυτές οι αντιλήψεις εδράζονται συχνά σε προσωπικές εμπειρίες (π.χ. πέτρες που βυθίζονται, φουσκωτά που επιπλέουν), σε υπεραπλουστευμένες αναλογίες, ή σε γλωσσικές συγχύσεις. Πολλοί μαθητές, για παράδειγμα, δυσκολεύονται να διαχωρίσουν τις έννοιες «βάρος», «όγκος», «πυκνότητα» και «άνωση».

Η διδασκαλία μέσω παραδοσιακών μεθόδων (διάλεξη, πείραμα) δεν αρκεί πάντα για να αμφισβητηθούν αυτές οι ιδέες. Γι' αυτό και η ενσωμάτωση στρατηγικών γνωστικής σύγκρουσης και ενεργητικής μάθησης — όπως ένα ψηφιακό παιχνίδι — μπορεί να είναι καθοριστική στην εννοιολογική αλλαγή.

Ερευνητικό Ερώτημα και Σκοπός της Έρευνας

Η παρούσα εργασία επιδιώκει να απαντήσει στο εξής βασικό ερευνητικό ερώτημα: Κατά πόσο η χρήση ενός ψηφιακού παιχνιδιού βασισμένου σε αρχές γνωστικής σύγκρουσης μπορεί να συμβάλει στη διόρθωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών για την έννοια της άνωσης;

Ο γενικός σκοπός της έρευνας είναι να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα του εν λόγω ψηφιακού παιχνιδιού, τόσο ως προς τη διδακτική του αξιοποίηση όσο και ως προς την ενίσχυση της επιστημονικής κατανόησης. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται:

- αν οι μαθητές μπορούν να εντοπίσουν τα λάθη στις αντιλήψεις τους,
- εάν αναπτύσσουν επιστημονικά τεκμηριωμένες απαντήσεις μετά τη χρήση του παιχνιδιού, και
- σε ποιο βαθμό διαφοροποιούνται οι επιδόσεις τους σε σχέση με συμμαθητές τους, που δεν συμμετείχαν στην ίδια εκπαιδευτική εμπειρία.

Μεθοδολογία

Η ερευνητική προσέγγιση που ακολουθήθηκε είναι ποιοτική και συγκριτική, βασισμένη στη μελέτη περίπτωσης (case study) δύο ομάδων μαθητών.

Δείγμα

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 14 μαθητών/τριών (12 αγοριών και 2 κοριτσιών) της Β' τάξης ΕΠΑΛ της Σιβιτανιδείου Σχολής. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες:

- Πειραματική ομάδα: συμμετείχε στο ψηφιακό παιχνίδι.
- Ομάδα ελέγχου: δεν έκανε χρήση του παιχνιδιού.

Σχεδιασμός διδασκαλίας

Για την πειραματική ομάδα αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο σενάριο διδασκαλίας πέντε φάσεων(βλ. Πίνακα 1), βασισμένο στο εποικοδομητικό μοντέλο (Driver & Oldham, 1986), με έμφαση στη γνωστική σύγκρουση και την παιχνοδοιοποίηση (Φελεκίδου & Λενακάκης, 2022).

Διαδικασία

Οι μαθητές συμμετείχαν σε οργανωμένη διδασκαλία διάρκειας 90 λεπτών. Το σενάριο περιλάμβανε:

- καταγραφή προκαταρκτικών αντιλήψεων,
- δραστηριότητες στο ψηφιακό παιχνίδι με διαφορετικά βάρη αντικειμένων(το σχήμα/όγκος είναι σταθερά).
- συζήτηση σε ομάδες,
- μεταγνωστική ανασκόπηση.

Η ομάδα ελέγχου παρακολούθησε παραδοσιακή διδασκαλία με πειράματα, πίνακα και ερωταπαντήσεις.

Ερευνητικά εργαλεία

Χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο με τρία κεντρικά ερωτήματα σύμφωνα με (Καριώτογλου, 2006) για να διαπιστωθούν οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Παράλληλα, οι απαντήσεις αναλύθηκαν ποιοτικά με κωδικοποίηση των απαντήσεων. Οι πέντε φάσεις του σεναρίου συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Δομή σεναρίου διδασκαλίας

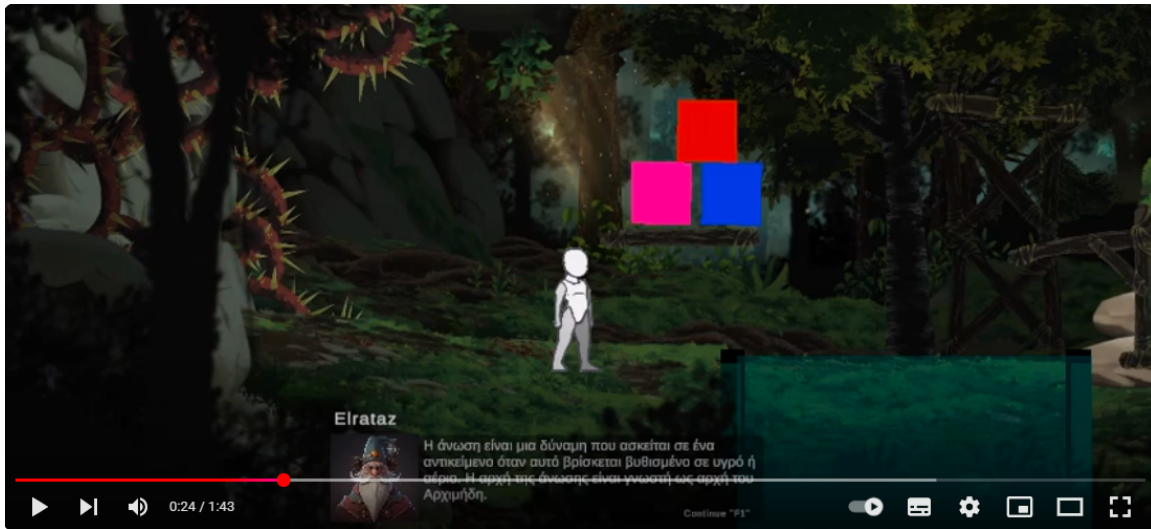
1 ^η φάση προσανατολισμού	2 ^η φάση: Ανάδειξης των ιδεών	3 ^η φάση: Αναδόμησης των ιδεών	4 ^η φάση: Εφαρμογής	5 ^η φάση: Ανασκόπησης
<p>Ο εκπαιδευτικός γράφει στον πίνακα: «Άνωση» οπότε και θα ακολουθήσει συζήτηση σχετικά με τις ιδέες των μαθητών.</p> <p>Ο εκπαιδευτικός διατηρεί ουδέτερη στάση σε όλες τις απόψεις των μαθητών. (Χρόνος 5 λεπτά)</p>	<p>Οι μαθητές ενθαρρύνονται να εκφράσουν και να υποστηρίξουν τις υπάρχουσες απόψεις τους, ενώ ταυτόχρονα οι αντιδράσεις του εκπαιδευτικού είναι ουδέτερες απέναντι σε όλες τις απόψεις. (Χρόνος 15 λεπτά)</p>	<p>Στόχος αυτής της φάσης είναι οι μαθητές να επεκτείνουν, να αναπτύξουν ή και να αντικαταστήσουν τις προϋπάρχουσες ιδέες με άλλες. Ο εκπαιδευτικός ζητά από τους μαθητές να παίξουν το ψηφιακό παιχνίδι (Χρόνος 40 λεπτά).</p>	<p>Σε αυτή τη φάση οι μαθητές συσχετίζουν αυτό που έμαθαν με τις εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Οι μαθητές απαντούν στην 3 ερωτήσεις που αναγράφονται στην συζήτηση. (Χρόνος 25 λεπτά).</p>	<p>Σε αυτή τη φάση οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν και τον τρόπο με τον οποίο την έμαθαν. (Χρόνος 5 λεπτά).</p>

Το εκπαιδευτικό παιχνίδι που αναπτύχθηκε με Unity, βασίζεται στο μοντέλο LM-GM (Learning Mechanics - LM) και τους Μηχανισμούς Παιχνιδιού (Game Mechanics - GM) (Arnab et al., 2015· Lim et al., χ.χ.).

Εικόνα 1. Δραστηριότητα γνωστικής σύγκρουσης στην άνωση



Εικόνα 2. Επιλογή αντικείμενου για πειραματισμό με την έννοια της άνωσης.



Περιγραφή Παιχνιδιού και Στοιχεία Παιχνιδοποίησης

Το ψηφιακό παιχνίδι αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα Unity, με σκοπό να λειτουργήσει ως εργαλείο ενεργητικής μάθησης για την έννοια της άνωσης. Η δομή του βασίζεται στο μοντέλο LM-GM (Learning Mechanics - Game Mechanics) όπως περιγράφεται από τους Arnab et al. (2015), το οποίο συνδέει άμεσα τους μαθησιακούς στόχους με τους μηχανισμούς του παιχνιδιού.

Σχεδιαστικά Χαρακτηριστικά

Ο παίκτης χειρίζεται έναν χαρακτήρα που πρέπει να διασχίσει υδάτινα εμπόδια (λίμνες) επιλέγοντας ανάμεσα σε τρία αντικείμενα – ένα ξύλινο κουτί, μία μεταλλική μπάλα και ένα πλαστικό βαρέλι.

Στο περιβάλλον του παιχνιδιού τα αντικείμενα αποδίδονται ως χρωματιστοί κύβοι, ώστε η πειραματική αλληλεπίδραση να παραμένει οπτικά καθαρή και απλή. Κάθε κύβος έχει διαφορετικό βάρος (και, κατ' επέκταση, διαφορετική αναλογία βάρους/άνωσης), γεγονός που καθορίζει τη συμπεριφορά του στο νερό.

Καθώς ο μαθητής πειραματίζεται, έρχεται σε γνωστική σύγκρουση με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις του για την άνωση.

Η αρχική δραστηριότητα εξοικειώνει τον παίκτη με τα βασικά πλήκτρα κίνησης – στόχος αντιστοιχισμένος στο 1ο επίπεδο της ταξινόμιας Bloom (Bloom, 1956).

Η δεύτερη δραστηριότητα προκαλεί τον παίκτη να περάσει τη λίμνη διαλέγοντας ένα από τα τρία αντικείμενα διαφορετικού βάρους.

Με τη δοκιμή-και-σφάλμα ενεργοποιείται η γνωστική σύγκρουση γύρω από την έννοια της άνωσης.

Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων, ο παίκτης καθοδηγείται από τον μάγο Elratz, ο οποίος εμφανίζεται ως ψηφιακός «μέντορας», παρέχοντας υποδείξεις και ερωτήσεις φυσικής. Ο ρόλος του ενισχύει την παιχνιδοποίηση, συνδυάζοντας αφήγηση και επιστημονική καθοδήγηση (βλ. Εικόνα 2).

Μηχανισμοί Παιχνιδοποίησης

Το παιχνίδι περιλαμβάνει:

- Άμεση ανατροφοδότηση: αν ένα αντικείμενο βυθιστεί ενώ αναμενόταν να επιπλεύσει, ο χαρακτήρας αποτυγχάνει να διασχίσει το επίπεδο.
- Οπτικοακουστικά εφέ.
- Επαναληψιμότητα: ο μαθητής μπορεί να δοκιμάσει ξανά με άλλο αντικείμενο, ενισχύοντας την κατανόηση μέσω δοκιμής-λάθους.

Δραστηριότητες και Γνωστική Σύγκρουση

Το παιχνίδι περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο βασικές δραστηριότητες:

- Εκμάθηση Χειρισμού – εξοικείωση με τα πλήκτρα και τις βασικές ενέργειες (1ο επίπεδο Bloom).
- Πρόκληση Επιλογής Αντικειμένου – ο μαθητής πρέπει να προβλέψει ποιο αντικείμενο θα επιπλεύσει και να αιτιολογήσει έμμεσα την επιλογή του, οδηγούμενος σε σύγκρουση αν η πρόβλεψή του είναι λανθασμένη. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 1, όπου εμφανίζονται τα τρία αντικείμενα και η δυναμική τους στο περιβάλλον του παιχνιδιού.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την εφαρμογή αρχών παιχνιδοποιημένης μάθησης (gamified learning), με στόχο όχι μόνο την κατανόηση της έννοιας της άνωσης, αλλά και την ενεργοποίηση της εμπλοκής και του ενδιαφέροντος των μαθητών.

Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων βασίστηκε στις απαντήσεις των μαθητών σε τρία βασικά ερωτήματα που σχετίζονται με τη συμπεριφορά αντικειμένων στο νερό, ανάλογα με τη σχέση του βάρους τους με την άνωση που δέχονται.

Τα ερωτήματα ήταν:

- Τι συμβαίνει όταν το βάρος του αντικειμένου είναι μεγαλύτερο από την άνωση;
- Τι συμβαίνει όταν το βάρος του αντικειμένου είναι μικρότερο από την άνωση;
- Τι συμβαίνει όταν το βάρος του αντικειμένου είναι ίσο με την άνωση που δέχεται από το υγρό, με αποτέλεσμα να αιωρείται μέσα σε αυτό, χωρίς να ακουμπάει τον πυθμένα; (Καριώτογλου, 2006)

Οι απαντήσεις αναλύθηκαν ποιοτικά ως προς την ορθότητα και την τεκμηρίωση της σκέψης.

Ευρήματα

Ομάδα Ελέγχου (παραδοσιακή διδασκαλία)

Οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου έδωσαν απαντήσεις οι οποίες είτε ήταν γενικές (π.χ. «πλέει» ή «βουλιάζει») είτε βασίζονταν σε καθημερινές εμπειρίες, χωρίς επιστημονική αιτιολόγηση. Ιδιαίτερα στο τρίτο ερώτημα (ισορροπία άνωσης-βάρους), υπήρχαν σύγχυση και εκφράσεις όπως «μένει για λίγο και μετά βυθίζεται» ή «εξαρτάται από το υλικό».

Πειραματική Ομάδα (ψηφιακό παιχνίδι)

Οι μαθητές που συμμετείχαν στο παιχνίδι παρουσίασαν:

- Σαφέστερη χρήση εννοιών όπως «άνωση», «πυκνότητα», «εκτόπισμα».

- Τεκμηριωμένες απαντήσεις, π.χ. «Το σώμα ισορροπεί γιατί η άνωση εξισορροπεί το βάρος του».
- Ικανότητα να περιγράψουν καταστάσεις εντός του παιχνιδιού και να τις συνδέσουν με τη θεωρία.

Σε τουλάχιστον τρεις περιπτώσεις, οι μαθητές αναθεώρησαν την αρχική τους άποψη έπειτα από την αλληλεπίδραση με το παιχνίδι, δηλώνοντας:

«Πίστευα ότι το πιο ελαφρύ σώμα πλέει πάντα, αλλά είδα ότι, αν το βάρος του ξεπερνά την άνωση, βυθίζεται.»

Συγκριτική Εκτίμηση

Η πειραματική ομάδα εμφάνισε μεγαλύτερη σαφήνεια και συνέπεια στις απαντήσεις, ένδειξη μετασχηματισμού των εναλλακτικών ιδεών. Αν και το μέγεθος του δείγματος δεν επιτρέπει γενίκευση, τα ποιοτικά δεδομένα υποδηλώνουν θετική επίδραση του παιχνιδιού στη διόρθωση των λανθασμένων αντιλήψεων.

Συζήτηση

Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει τη σημασία της δημιουργίας μαθησιακών εμπειριών που προκαλούν τις υπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών και ενισχύουν την ανακαλυπτική και ενεργητική μάθηση. Ειδικά για έννοιες όπως η άνωση, που εμπλέκουν αφηρημένα μεγέθη (βάρος, πυκνότητα, όγκος), η οπτικοποίηση και η αλληλεπίδραση αποδεικνύονται καθοριστικές.

Παρά το μικρό μέγεθος του δείγματος, τα ευρήματα δείχνουν ότι η αξιοποίηση ψηφιακών παιχνιδιών με παιδαγωγικό σχεδιασμό μπορεί να αποτελέσει μια χρήσιμη προσθήκη στο διδακτικό ρεπερτόριο των φυσικών επιστημών.

Περιορισμοί και Προοπτικές

Ο κύριος περιορισμός της έρευνας είναι το μικρό δείγμα και η απουσία μακροχρόνιας παρακολούθησης των αλλαγών στις αντιλήψεις των μαθητών. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να διερευνήσουν την επίδραση του παιχνιδιού σε μεγαλύτερο δείγμα, σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης, καθώς και τη συμβολή του σε άλλες επιστημονικές έννοιες.

Demo του ψηφιακού παιχνιδιού

<https://youtu.be/2UPn5rLuKMA>

Βιβλιογραφία

- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου φυσικών επιστημών*. Γράφημα.
- Φελεκίδου, Κ., & Λενακάκης, Α. (2022). Παιχνιδοποίηση στην εκπαίδευση: Μια βιβλιογραφική έρευνα. *Education Sciences*, 2, 225–250.
https://www.researchgate.net/publication/364293277_Paichnidopoiесе_sten_ekpaideuse_Mia_bibliographike_ereuna_Gamification_in_education_A_literature_review
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., De Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411. <https://doi.org/10.1111/bjet.12113>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Longman Group. ISBN: 978-0679302094.

- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122. <https://doi.org/10.1080/03057268608559933>
- Kotsis, K. T. (2023). Alternative ideas about concepts of physics, a timelessly valuable tool for physics education. *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 3(2), 83–97. <https://doi.org/10.30935/ejsee/13776>
- Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Arnab, S., De Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (χ.χ.). *The LM-GM framework for Serious Games Analysis*. Ανακτήθηκε στις 9 Μαρτίου 2025 από https://seriousgamessociety.org/wp-content/uploads/2016/09/lmgm_framework.pdf
- Tomasini, N. G. (1990). *Teaching Strategies and Conceptual Change: Sinking and Floating at Elementary School Level*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:141090572>