

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2017)

5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

**5ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο**  
Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην  
Εκπαιδευτική Διαδικασία  
Αθήνα  
21-23 Απριλίου 2017  
Παιδαγωγικό Τμήμα  
Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.

Διαδίκτυα Περιβάλλοντα  
Ψηφιακή Αφήγηση  
Επιμόρφωση  
ΤΠΕ  
Εργαλεία Web 2.0  
Ψηφιακά Παιχνίδια  
Αξιολόγηση  
Ψηφιακά Αποθετήρια  
ΕΛ/ΛΑΚ  
Οπτικοακουστικός  
Γραμματισμός  
STEM  
Ειδική Αγωγή  
Εκπαιδευτική Ρομποτική  
Έρευνα

[etpe2017.aspete.gr](http://etpe2017.aspete.gr)

Υπό την Αιγίδα του Υπουργείου  
Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων

ΑΣΠΑΙΤΕ

ΕΤΠΕ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ  
& ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

## Σχεδιασμός Εκπαιδευτικής Διαδραστικής Ψηφιακής Ιστορίας για την ενότητα του φωτός στο Δημοτικό Σχολείο

Ανθία Διαμαντάρα, Άννα Βαρσάμου, Γεώργιος Φεσάκης

doi: [10.12681/cetpe.4098](https://doi.org/10.12681/cetpe.4098)

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Διαμαντάρα Α., Βαρσάμου Α., & Φεσάκης Γ. (2022). Σχεδιασμός Εκπαιδευτικής Διαδραστικής Ψηφιακής Ιστορίας για την ενότητα του φωτός στο Δημοτικό Σχολείο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 1*, 417–429. <https://doi.org/10.12681/cetpe.4098>

# Σχεδιασμός Εκπαιδευτικής Διαδραστικής Ψηφιακής Ιστορίας για την ενότητα του φωτός στο Δημοτικό Σχολείο

Διαμαντάρα Ανθία, Βαρσάμου Άννα, Φεσάκης Γεώργιος  
[psemtdt14007@aegean.gr](mailto:psemtdt14007@aegean.gr), [annvarsam@gmail.com](mailto:annvarsam@gmail.com), [gfesakis@aegean.gr](mailto:gfesakis@aegean.gr)  
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

## Περίληψη

Το μαθησιακό δυναμικό και η ελκυστικότητα των Διαδραστικών Ψηφιακών Ιστοριών (ΔΨΙ) προκαλούν για την εκπαιδευτική τους αξιοποίηση. Οι εκπαιδευτικές ΔΨΙ συνδυάζουν τη μαθησιακή αξία της αφήγησης με τη διερεύνηση των προσομοιώσεων με τρόπο που μπορεί να προκαλέσει προσήλωση, συναισθηματική εμπλοκή και ενεργοποίηση της σκέψης των μαθητών. Ο σχεδιασμός όμως ΔΨΙ για δεδομένους μαθησιακούς στόχους αποτελεί πολύπλοκο, διεπιστημονικό πρόβλημα, που απαιτεί τη συνολική ενεργοποίηση των επαγγελματικών ικανοτήτων των εκπαιδευτικών και τη συνεργασία με ειδικούς άλλων ειδικοτήτων. Για την καλύτερη κατανόηση του σχεδιασμού εκπαιδευτικών ΔΨΙ και την πειραματική αποτίμηση της μαθησιακής τους αξίας, απαιτείται η ανάπτυξη και μελέτη συγκεκριμένων παραδειγμάτων. Έτσι, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ΔΨΙ παιγνιώδους χαρακτήρα, προκειμένου να διδαχθεί επιστημονικό περιεχόμενο αντλούμενο από την ενότητα του φωτός του Δημοτικού Σχολείου. Στην εργασία περιγράφεται ο σχεδιασμός της ΔΨΙ καθώς και τα πρώτα αποτελέσματα της πειραματικής εφαρμογής της σε μαθητές Α΄ και Ε΄ Δημοτικού με όρους ελκυστικότητας, ανάδειξης εναλλακτικών ιδεών και εννοιολογικής αλλαγής.

**Λέξεις κλειδιά:** Διαδραστική Ψηφιακή Ιστορία, Φυσική, Φως, Δημοτικό Σχολείο, Σχεδιασμός

## Εισαγωγή

Τα ψηφιακά μέσα και παιχνίδια αποτελούν ιδιαίτερα ελκυστικό μέσο για τα παιδιά, στο οποίο αφιερώνουν αρκετές ώρες προσήλωσης, με αποτέλεσμα να προκαλούν το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών σχεδιαστών προκειμένου να τα αξιοποιήσουν στη μάθηση (Μαρκούζης & Φεσάκης, 2014). Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και επικοινωνίας (ΤΠΕ) παρέχουν νέες δυνατότητες αναπαράστασης και αφήγησης ιστοριών εκπαιδευτικού περιεχομένου, είτε αξιοποιώντας τα πολυμέσα στην αφήγηση συμβατικών-γραμμικών ιστοριών (ψηφιακή αφήγηση) (Σεραφείμ & Φεσάκης, 2010), είτε επιτρέποντας τη δημιουργία νέων ειδών διαδραστικών αφηγήσεων, στα οποία οι ιστορίες διαθέτουν δυναμική πλοκή επηρεαζόμενη από τον αναγνώστη (Διαδραστικές Ψηφιακές Ιστορίες) (Markouzis & Fesakis, 2015). Οι ιστορίες και η αφήγηση τους αποτελούν μαθησιακό μέσο και μέθοδο διδασκαλίας με αξία ευρύτερα αποδεκτή (Egan, 1985; 1986). Ειδικά για τις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), αναγνωρίζοντας τα οφέλη της αφήγησης, τα τελευταία χρόνια δίνεται όλο και περισσότερη έμφαση στην πλαισιωμένη διδασκαλία (contextual teaching) και στη χρήση αφηγηματικών μορφών σε αυτήν (Martin & Brouwer, 1991; Norris et al, 2005; Klassen, 2009). Μια τάση που αντανακλά τις απόψεις της Γνωστικής Ψυχολογίας κατά τις δυο τελευταίες δεκαετίες του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Ο Bruner (1985), θεωρεί πως ο ανθρώπινος νους έχει δύο εντελώς διαφορετικούς τρόπους να γνωρίζει την πραγματικότητα: τον παραδειγματικό (δηλαδή τον ταξινομητικό, επαγωγικό και παραγωγικό, που χρησιμοποιείται στην επιστήμη) και τον αφηγηματικό - που διαφέρει από τον πρώτο τόσο σε μορφή, όσο και σε πρόθεση και λειτουργία. Έτσι, ο

Bruner προτείνει οι εκπαιδευτικές προσπάθειες προς την επιστημονική κατανόηση, από ξύλινο επιστημονικό λόγο να μεταγραφούν σε μορφές αφήγησης. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικές ΔΨΙ, αυτόνομες ή ενσωματωμένες σε παιχνίδια, έχουν τη δυνατότητα να υποστηρίξουν σύγχρονες μαθησιακές προσεγγίσεις, να ενεργοποιήσουν ανώτερες μορφές σκέψης και τη συναισθηματική εμπλοκή κατά τη μάθηση, ενώ τα πρώτα αποτελέσματα από την πειραματική εφαρμογή εκπαιδευτικών ΔΨΙ σε πλαίσιο άτυπης μάθησης είναι ενθαρρυντικά (Markouzis & Fesakis, 2015). Για την καλύτερη κατανόηση του σχεδιασμού εκπαιδευτικών ΔΨΙ και την πειραματική αποτίμηση της μαθησιακής τους αξίας απαιτείται η ανάπτυξη και η μελέτη περισσότερων συγκεκριμένων περιπτώσεων. Έτσι, στο πλαίσιο της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας της πρώτης συγγραφέως, με την επίβλεψη των υπόλοιπων, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ΔΨΙ παιγνιώδους χαρακτήρα, προκειμένου να διδαχθεί επιστημονικό περιεχόμενο αντλούμενο από την ενότητα του Φωτός στο Δημοτικό Σχολείο. Στην εργασία αρχικά περιγράφεται προσέγγιση της έννοιας της ΔΨΙ, και στη συνέχεια ο σχεδιασμός της υπό μελέτη ΔΨΙ για το φως, καθώς και τα πρώτα αποτελέσματα της πειραματικής εφαρμογής της σε μαθητές Α΄ και Ε΄ Δημοτικού με όρους ανάδειξης εναλλακτικών ιδεών, εννοιολογικής αλλαγής και ελκυστικότητας.

## **Θεωρητικό πλαίσιο**

### ***Αφήγηση διαδραστικών ψηφιακών ιστοριών και μάθηση***

Ο όρος «ιστορία» (story) αφορά, άτυπα, σε ακολουθίες γεγονότων που συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος. Η αφήγηση αφορά στη διαδικασία επικοινωνίας μιας δομής ιστορίας. Η δομή των ιστοριών αποτελεί σημαντικό σύστημα αναπαράστασης γνώσης, το οποίο θεωρείται βασικό δομικό στοιχείο του ανθρώπινου νοητικού μηχανισμού νοηματοδότησης του κόσμου και των εμπειριών μας (Bruner 1986; 1991). Κατά συνέπεια η κατανόηση και η δημιουργία ιστοριών αποτελούν επιστημολογικά εργαλεία για τον άνθρωπο εξίσου σημαντικά με την τυπική λογική και την επιστημονική μέθοδο. Αν αναλογιστεί κανείς ότι τα παιδιά απολαμβάνουν και μπορούν να κατανοούν σε σημαντικό βαθμό ιστορίες από πολύ μικρές ηλικίες (Applebee, 1987), είναι εύλογο το εκπαιδευτικό ενδιαφέρον για την κατανόηση και τη δημιουργία ιστοριών, ως επιστημολογικό εργαλείο και μέσο μάθησης. Η σημασία της αφήγησης ιστοριών στην διδασκαλία και τη μάθηση έχει υποστηριχθεί εκτεταμένα και αποτελεί διαδεδομένη πεποίθηση (Egan, 1985; 1993). Η παρατήρηση ότι η ενσωμάτωση ενός προβλήματος μέσα σε αφηγηματικό πλαίσιο μπορεί να μεταβάλει σημαντικά την ικανότητα των παιδιών να το αντιμετωπίσουν, οδήγησε τον Egan (1985) να υποστηρίξει ότι ο σχεδιασμός της διδασκαλίας μπορεί να στηριχθεί στην επινόηση κατάλληλων ιστοριών.

Σχετικά πρόσφατα, με την ανάπτυξη των ΤΠΕ, οι αφηγήσεις ψηφιοποιούνται διανθίζονται πολυμεσικά και διανέμονται μέσω διαδικτύου με τρόπο προσίτο ακόμα και για μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Σεραφείμ & Φεσάκης, 2010). Πέρα όμως από τις συμβατικές ιστορίες, οι ΤΠΕ ενισχύουν τη διερεύνηση δυναμικών, μη γραμμικών δομών ιστοριών, οι οποίες περιγράφονται γενικά με τον όρο «διαδραστικές ιστορίες» (interactive stories) (ΔΙ), ενώ είναι γνωστές και με όρους όπως «διαδραστική μυθοπλασία» (interactive fiction) και «ιστορίες με διακλαδώσεις» (branching stories) (Crawford, 2013). Οι ΔΨΙ επιτρέπουν στον αναγνώστη να συμμετέχει και να επηρεάζει την πλοκή και άλλες παραμέτρους της ιστορίας, καθιστώντας εφικτά νέα είδη αφηγήσεων περισσότερο ελκυστικά και προσαρμοστικά. Το τέλος σε μια ΔΨΙ μπορεί να μην είναι μοναδικό και προκαθορισμένο από τον συγγραφέα, αλλά να αναδύεται διαφορετικό σε κάθε ανάγνωση.

Οι συγγραφείς υιοθετούν την άποψη ότι οι ΔΨΙ έχουν την δυνατότητα να υποστηρίξουν καλύτερα σύγχρονες μαθησιακές προσεγγίσεις παρέχοντας ταυτόχρονα ψυχαγωγία. Η πρόκληση για τον εκπαιδευτικό σχεδιαστή ΔΨΙ είναι να ενσωματώσει γρίφους με μαθησιακό στόχο οι οποίοι να υποστηρίζουν την αφήγηση της ιστορίας (Van Eck, 2006). Η ενσωμάτωση των μαθησιακών στόχων στην ιστορία και τους γρίφους, χωρίς να διαταράσσεται η αφήγηση, τους καθιστά πιο αυθεντικούς και εμπλέκει νοητικά και συναισθηματικά τον παίκτη. Στις ΔΨΙ, ο αναγνώστης «υποχρεώνεται» να κατανοήσει την ιστορία για να λύσει τους γρίφους, να χειριστεί τον φανταστικό κόσμο που προσομοιώνουν, και να λάβει αποφάσεις προκειμένου να εξελιχθεί η αφήγηση. Ο μηχανισμός αυτός είναι που ενεργοποιεί την σκέψη του μαθητή-παίκτη στο περιεχόμενο και αυξάνει τις πιθανότητες μάθησης. Η επιτυχία μιας μαθησιακού περιεχομένου-εκπαιδευτικής αφήγησης βασίζεται στη σωστά οργανωμένη δομή και στη δημιουργία χαρακτήρων-ηρώων που θα υπηρετούν τον σκοπό/«δίδαγμα» -αλλά όχι εις βάρος της ψυχαγωγίας. Μια καλή ιστορία πρέπει, καταρχάς, να μας ανοίγει την «όρεξη» για να την ακούσουμε (Norris et al, 2005). Η δημιουργία των ΔΨΙ έχει μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας σε σύγκριση με αυτή των συμβατικών αφηγήσεων (Luce-Karler & Dodson, 2005), αφού εκτός από συνδυασμό συγγραφικού ταλέντου και μαθησιακού σχεδιασμού, χρειάζεται να κατέχεις και τα απαραίτητα τεχνολογικά εργαλεία που θα βοηθήσουν στην υλοποίηση. Παρά τη δυσκολία τους, οι ΔΨΙ προσελκύουν το ενδιαφέρον ερευνητών και εκπαιδευτικών λόγω της σημαντικότητάς τους στον χώρο των ψηφιακών μέσων (Harrigan & Wardrip-Fruin, 2010; Markouzis & Fessakis, 2015). Οι Garzotto et al. (2010) αναφέρουν μερικά πρώτα θετικά αποτελέσματα για τη μαθησιακή αξία των ΔΨΙ και προτείνουν νέες κατευθύνσεις έρευνας όπως α) τις επιπτώσεις των φορητών τεχνολογιών στην αφήγηση, β) τη διερεύνηση της σχέσης του αφηγηματικού είδους (π.χ. περιπέτεια, μυστήριο, αποστολή κ.α.) με τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα των ΔΨΙ, και γ) την επίδραση του συγκεκριμένου-περιβάλλοντος (context) (π.χ. σχολική τάξη, πεδίο, φυσικό περιβάλλον κλπ) στην μάθηση με ΔΨΙ καθώς και την βιώσιμη ένταξη τους στην εκπαίδευση.

Παρά τα διαφανόμενα εκπαιδευτικά οφέλη των ΔΨΙ, τα συγκεκριμένα παραδείγματα είναι πολύ περιορισμένα, ενώ τα ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με την αποσαφήνιση της έννοιας της ΔΨΙ, τον τρόπο συγγραφής, τα εργαλεία υλοποίησης και την μαθησιακή αποτελεσματικότητά παραμένουν ανοικτά.

### **Αφήγηση και διδακτική των Φυσικών Επιστημών**

Η αφήγηση στην επιστήμη (narrative in science) περιλαμβάνει αφηγήσεις εμπνευσμένες από επιστημονικούς μύθους ή την ιστορία της επιστήμης, σενάρια επιστημονικής φαντασίας, θεατρικά έργα και βιογραφίες, ποιήματα και καρτούν που πραγματεύονται τη ζωή και το έργο επιστημόνων (Martin, 1993). Στη λογοτεχνία καταγράφονται προσπάθειες (από επιστήμονες ή και συγγραφείς ειδικευμένους στην εκλαΐκευση της επιστήμης) να δημιουργηθούν μυθοπλασίες με στόχο την παρουσίαση ιδεών και εννοιών από τον κόσμο των ΦΕ. Τέτοιες αφηγήσεις ψυχαγωγούν τον αναγνώστη ενώ παράλληλα αποτελούν ένα «δόλωμα», για να προσελκύσουν το ευρύ κοινό προς την επιστήμη (Χαλκιά, 2002). Επίσης, εντοπίζονται αφηγήσεις στις οποίες ένα επιστημονικό γεγονός βρίσκεται στον πυρήνα της μυθοπλασίας, οπότε για να καταλάβεις τι συμβαίνει σε αυτήν πρέπει να κατανοήσεις πρώτα την επιστημονική έννοια/ιδέα (Γιαννικοπούλου & Χατζηγεωργίου, 2002; Γιαννικοπούλου, 2005). Σημαντική είναι και η δημιουργία πρωτότυπων αφηγήσεων από τα ίδια τα παιδιά μέσω της τεχνικής *γραφής με φαντασία* («είμαι η καρδιά του Γζο» ή «η βιογραφία ενός μορίου υδρογονάνθρακα κατά την πορεία του μέσα από το μεταβολικό σύστημα») (Martin, 1993). Πρόσφατα δοκιμάστηκαν και νέες μορφές αφηγήσεων (Βαρσάμου κ.α., 2010; 2012) όπου ο

πρωταγωνιστής/ήρωας είναι μια επιστημονική ιδέα οντότητα όχι από τον «ορατό» χώρο της Βιολογίας ή της Χημείας, αλλά από τον «αόρατο» κόσμο της Φυσικής. Σε αυτού του τύπου τις αφηγήσεις δημιουργείται ένας φανταστικός τόπος όπου οι επιστημονικές οντότητες ζουν τη δική τους ζωή, αλλά είναι ένας τόπος οικείος και για την καθημερινότητα των παιδιών. Για να δημιουργηθούν τέτοιοι κόσμοι αξιοποιούνται τόσο οι αφηγηματικές όσο και οι θεατρικές δομές. Η «εικόνα», συμμετέχει στον σχεδιασμό ως μια σημαντική συνιστώσα της αφήγησης και της δραματοουργίας, αλλά και ως αναπόφευκτο τμήμα της εν γένει αλληλεπίδρασης υποκειμένου-αντικειμένου κατά τη βίωση μιας εμπειρίας. Η δύναμη της εικόνας και, πολύ περισσότερο, του συνδυασμού εικόνας-κίνησης (design), δεν περιορίζεται πλέον μόνο στο αναλογικό θεατρικό πλαίσιο μα επεκτείνεται και ενδυναμώνεται στο ψηφιακό τεχνολογικό περιβάλλον (τηλεόραση, ηλεκτρονικά παιχνίδια κ.ά.). Επομένως και οι επιστημονικές αφηγήσεις ακολουθούν τις εξελίξεις και μετατρέπονται σε ΔΨΙ προκειμένου να υποστηρίξουν την επιστημονική μάθηση της νέας γενιάς μαθητών.

### **Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της διαδραστικής ψηφιακής ιστορίας**

Ο σχεδιασμός επιτυχημένων εκπαιδευτικών αφηγήσεων παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες (Roth et al., 2009). Βασικό ζήτημα αποτελεί η επιλογή των μαθησιακών στόχων, έπειτα, αν δοθεί έμφαση στους γνωστικούς στόχους σε βάρος της πλοκής η ιστορία κινδυνεύει να είναι πολύ διδακτική και βαρετή. Τέλος, οι επιστημονικές ιδέες που αναπτύσσουν τα παιδιά μέσα από αφηγηματικά πλαίσια δε συμπίπτουν πάντα με τις τυπικές επιστημονικές. Επομένως, η αξιοποίηση των αφηγήσεων στην εκπαίδευση με επιτυχία, είναι απαιτητικό εγχείρημα, εφόσον χρειάζεται γνώση του επιστημονικού περιεχομένου, συγγραφική ικανότητα και γνώσεις αισθητικής και σημειωτικής –οι τελευταίες βοηθούν να παρουσιαστεί το περιεχόμενο με τρόπο που να περιορίζει τις ερμηνείες από τους μαθητές και να τους ωθεί να οικοδομήσουν γνωστικά σχήματα όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις διδασκόμενες ιδέες. Δεδομένων των παραπάνω δυσκολιών, για τον σχεδιασμό της ΔΨΙ της έρευνας επιλέξαμε να διασκεδάσουμε, σε ψηφιακή και διαδραστική, μια έτοιμη και μελετημένη επιστημονική αφήγηση με τίτλο «η Ίριδα στον Κάτω Κόσμο», που δημιουργήθηκε στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής αναφορικά με τη διδασκαλία ΦΕ μέσω αφήγησης (Βαρσάμου, 2014). Εν συντομία το σενάριο έχει ως εξής: *«η Περσεφόνη βρίσκεται φυλακισμένη στον Κάτω Κόσμο και παραπονιέται που ζει στο σκοτάδι και δε βλέπει χρώματα. Η Ίριδα ακούει το παράπονο της και αποφασίζει να την επισκεφτεί για να την παρηγορήσει και να τη βοηθήσει να δει τα χρώματα. Τα παιδιά αναγνώστες αναλαμβάνουν να τη συνοδεύσουν και να τη βοηθήσουν να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τα προβλήματα (γρίφοι) που συναντά στην πορεία».*

Η πρωτότυπη αφήγηση χρησιμοποιεί ως ήρωες τις επιστημονικές οντότητες: *Φώς, Χρώματα*, ενώ η δομή της είναι κάποιες φορές γραμμική και άλλες μη-γραμμική, με τη δεύτερη περίπτωση να βοηθά ιδιαίτερα στην δημιουργία διακλαδώσεων. Η ροή της ψηφιακής αφήγησης ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό την πρωτότυπη αφήγηση, βάσει της οποίας δημιουργήθηκαν οι διακλαδώσεις, οι απαραίτητοι ήρωες για την εξέλιξη της ιστορίας και οι διάλογοι. Επεξεργασία έγινε επίσης στους μαθησιακούς στόχους, αφού εναρμονίστηκαν με όσα εντοπίζονται στα ΑΠ και ΔΕΠΠΣ Μελέτης Περιβάλλοντος Α' και Δ' Δημοτικού, των ΦΕ της Ε' και ΣΤ' Δημοτικού, καθώς και στο Π.Σ. Φ.Ε. Δημοτικού και Γυμνασίου για το «Νέο Σχολείο».

Η διαδραστική ιστορία εξελίσσεται σε τέσσερις ενότητες-«κεφάλαια»: **K1. Οι μεταμορφώσεις και το ταξίδι της Ίριδας στον κόσμο μας** (τα χρώματα βρίσκονται κρυμμένα μέσα στο λευκό φως, το φως όμως κινείται πολύ γρήγορα και ευθύγραμμα και αυτό του δημιουργεί... προβλήματα), **K2. Η Ίριδα στον Κάτω Κόσμο** (τα χρώματα δεν φαίνονται στο απόλυτο σκοτάδι, παρά μόνο όταν η Ίριδα –που είναι μεταμορφωμένη σε

ακτίνα λευκού –φωτός συναντά το «διαμάντι» (πρίσμα) του δαχτυλιδιού της Περσεφόνη.), **K3. Η δοκιμασία των μαθητών στον Κάτω Κόσμο, για να ελευθερώσουν την Περσεφόνη** (αναζητώντας τον πιο μεγάλο «θησαυρό» στον σκοτεινό Κάτω Κόσμο- τα χρώματα), και **K4. Ο γρίφος του Πλούτωνα και ο από μηχανής θεός** (Ο Πλούτωνας ρωτά πώς παίρνουν τα αντικείμενα γύρω το χρώμα τους και ...το φως, σαν από μηχανής θεός, βοηθά να ανακαλύψουν την απάντηση).

Η τρέχουσα, πιλοτική, έκδοση της ιστορίας ονομάζεται «Φωτεινή ιστορία» και υλοποιήθηκε με χρήση video animation (χρησιμοποιήθηκε το Anime Studio Pro από την animation designer Μαστρανδρέου Κ. σε συνεργασία με την πρώτη συγγραφέα), ηχογράφησης και το λογισμικό παρουσιάσεων MS Powerpoint για την υλοποίηση των διακλαδώσεων και των υπερσυνδέσεων. Οι γρίφοι, που παρεμβάλλονται στην ιστορία, είναι υλοποιημένα με διάφορα απλά εργαλεία, όπως το MS Powerpoint, το Hotpotatoes και το Scratch, ή έτοιμες διαδραστικές προσομοιώσεις από το πανεπιστήμιο του Κολοράντο (<https://phet.colorado.edu>) και περιγράφονται στον πίνακα 1. Για τη δημιουργία τους στηρίχθηκαν στους μαθησιακούς στόχους και σε βασικές παρανοήσεις που εμφανίζουν οι μαθητές του δημοτικού σχετικά με το φως, όπως αυτές καταγράφονται στη βιβλιογραφία (Ραβάνης, 2003; Driver et al., 1993; 2000) όπως εμφανίζονται στους πίνακες 3 και 4 αντίστοιχα. Λόγω της έκτασης της ιστορίας δεν είναι εφικτό να παρουσιαστεί πλήρως στην παρούσα εργασία. Ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης μπορεί να κατεβάσει και να «διαβάσει» την ιστορία από την διεύθυνση: [http://www.ltee.gr/uploads/ist\\_fos/ist\\_fos.zip](http://www.ltee.gr/uploads/ist_fos/ist_fos.zip)

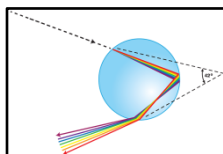
Η αφήγηση έχει δημιουργηθεί λαμβάνοντας υπ' όψιν τις σημειωτικές αρχές του Pierce (Χρησιτίδης, 2002), κι έτσι οι χαρακτήρες και τα αφηγηματικά γεγονότα (εικόνα σημείου), αντανακλούν/υποστηρίζουν το περιεχόμενο (δείκτης σημείου) αποσκοπώντας μέσα από την αλληλεπίδραση του μαθητή με το σημείο, να περιοριστούν επικίνδυνοι ανιμιστικοί σκόπελοι (Driver et al., 2000) και να ενισχυθεί μια ερμηνεία όσο το δυνατόν πιο κοντινή ως προς το επιστημονικό περιεχόμενο που θέλουμε να διδάξουμε. Επίσης ακολουθούνται τα βήματα δημιουργίας επιτυχημένων επιστημονικών ιστοριών όπως περιγράφονται από τους Norris et al. (2005).

Εκτός από το σενάριο της ΔΨΙ, μεγάλη σημασία δόθηκε στην «εικόνα». Από αισθητική όσο και σημειωτική σκοπιά, η «εικόνα» είναι το πρώτο στάδιο της ερμηνείας/σημείωσης, το πρώτο πράγμα στο οποίο εστιάζει το υποκείμενο κατά την πρωταρχική, αυθόρμητη και άμεση επαφή με το αντικείμενο (Tillis, 1992). Από την εικονική διάσταση του σημείου εξαρτάται, ως έναν βαθμό, αν το υποκείμενο θα εμβαθύνει σε ένα δευτερογενές στάδιο επαφής με το αντικείμενο (Pierce, 2000 στο Χρησιτίδης, 2002). Η εικόνα, δηλαδή, μορφοποιεί και «εξωτερικεύει» με συγκεκριμένο τρόπο για τους θεατές τα επιστημονικά νοήματα, και ο θελκτικός σχεδιασμός (design, ο συνδυασμός εικόνας- κίνησης- λόγου) βοηθά να κερδίσεις το αυθόρμητο ενδιαφέρον του θεατή, που θα επενδύσει στη συνέχεια συνειδητά (συναισθηματικά και νοητικά), στην επιστημονική ιστορία και πιθανά θα οικοδομήσει νέα γνωστικά σχήματα. Η εικόνα επίσης έχει σκοπό τόσο να παρουσιάσει νέες ιδέες (π.χ. ανάλυση του λευκού φωτός στο πρίσμα) αλλά και να ανακαλέσει έντονες αναμνήσεις που θα υποστηρίξουν τις νεότερες ιδέες (π.χ. να ανακαλέσει στον μαθητή την εικόνα ενός αληθινού ουράνιου τόξου). Επομένως, η εικόνα, είτε ως επιλεγμένο αφηγηματικό και δραματικό στοιχείο, είτε ως αναπόφευκτο τμήμα της ερμηνευτικής μας ικανότητας, αποτελεί μια σημαντική παράμετρο την οποία συνυπολογίζουμε στον σχεδιασμό και τη διαχειριζόμαστε, κάθε φορά, ανάλογα με το περιεχόμενο που θέλουμε να διδάξουμε/παρουσιάσουμε.

### Πίνακας 1. Γρίφοι της ΔΨΙ

Στιγμιότυπο οθόνης	Περιγραφή
	<p>Πάτα το αντικείμενο στο οποίο θέλεις να κουτουλήσει η Ίριδα. Παρατήρησε τι συμβαίνει στο φόρεμά της. (Στόχος είναι τα παιδιά να αναφέρουν ότι το λευκό φόρεμα της Ίριδας κρύβει τα χρώματα και κάθε φορά που συγκρούεται με ένα αντικείμενο εμφανίζει το χρώμα που αντιστοιχεί σε αυτό)</p>
	<p>Πάτα το κουμπί που έχει ο φακός. (Τα παιδιά πατάνε το κουμπί του φακού, ο φακός ανάβει και παρατηρούν πόσο γρήγορα ταξιδεύει το φως)</p>
	<p>Ποιο αντικείμενο φωτίζεται από τη φωτεινή πηγή; Ταίριαξε τα αντικείμενα με τη σωστή επιλογή. (Τα παιδιά επιλέγουν αν τα αντικείμενα φωτίζονται ή όχι από τη φωτεινή πηγή.)</p>
	<p>Τι τρώει και τι φτώνει κάθε αντικείμενο; Αντιστοίχισε σωστά. Ταίριαξε το κάθε αντικείμενο με τη σωστή απάντηση. (Τα παιδιά να επιλέξουν τι κάνουν τα παρακάτω αντικείμενα στα χρώματα που κρύβονται στο φως.)</p>
	<p>Χρωμάτισε τα αντικείμενα του κάτω κόσμου, σύμφωνα με τις οδηγίες του Πλούτωνα. (Τα παιδιά πρέπει να βρουν τα χρώματα μέσα από προτάσεις που ενέχουν φράσεις όπως ο θρόνος ανακλά το κίτρινο)</p>
	<p>Προσπάθησε να βάλεις τα γυάλινα αντικείμενα με τέτοιο τρόπο ώστε να βγουν τα χρώματα της Ίριδας. (phet / bending-light)</p>
	<p>Σήκωσε το φίλτρο και παρατήρησε τι συμβαίνει στο φως. (Οι μαθητές χρησιμοποιούν φίλτρα που παγιδεύουν συγκεκριμένες συχνότητες του φωτός ενώ άλλες τις αφήνουν να περάσουν.) (phet/ color-vision)</p>
	<p>Τι χρώμα θα βλέπεις άραγε αν ανακατέψω το μπλε με το κόκκινο ή το κόκκινο με το πράσινο ή το πράσινο με το μπλε; (Τα παιδιά κάνουν συνδυασμούς χρωμάτων φωτός και δημιουργούν διάφορα χρώματα.) (phet/ color-vision)</p>

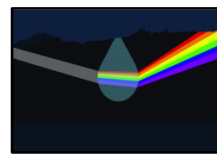
Για παράδειγμα, σύμφωνα με τη θεωρία της Οπτικής, όταν η φωτεινή ακτίνα διέλθει εντός μιας σταγόνας νερού, πραγματοποιεί πολλαπλές ανακλάσεις μέχρι να εξέλθει από αυτήν (Σχήμα 1), πράγμα το οποίο δε συμβαίνει στο πρίσμα/δαχτυλίδι (Σχήμα 2). Επειδή ο στόχος μας ήταν η ανάλυση του φωτός, ως φαινόμενο που παρατηρείται κατά την είσοδο τους φωτός σε αντικείμενα, όπως το διαφανές πρίσμα, αποφασίσαμε η ανάλυση του φωτός, μετά από την είσοδο του στη σταγόνα, να πραγματοποιείται όπως στο πρίσμα (Σχήμα 3).



Σχήμα 1. Το φως συναντά μια σταγόνα στη φύση



Σχήμα 2. Το φως συναντά το δαχτυλίδι/πρίσμα



Σχήμα 3. Το φως συναντά μια σταγόνα στη ΔΨΙ

### Ερευνητική δοκιμή της διαδραστικής ψηφιακής ιστορίας

Με σκοπό τον έλεγχο της ελκυστικότητας και της αποτελεσματικότητας της ΔΨΙ πραγματοποιήθηκε πιλοτική πειραματική εφαρμογή η οποία μεθοδολογικά συνδυάζει έρευνα με σχεδιασμό (Cobb et al, 2003) και εξερευνητική μελέτη περίπτωσης (Yinn, 2011). Η έρευνα με σχεδιασμό επιλέχθηκε επειδή διευκολύνει την εξελικτική ανάπτυξη εφαρμογών ΤΠΕ για τη βελτίωση της μάθησης. Η μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης στην παρούσα εργασία επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση σύνθετων φαινομένων με τη σε βάθος παρατήρηση συγκεκριμένων περιπτώσεων σε αυθεντικές συνθήκες. Επιμέρους στόχοι της έρευνας ήταν να εξεταστούν: η επίτευξη των μαθησιακών στόχων σχετικά με το φως και τα χρώματα, η διάγνωση παρανοήσεων από την ανάλυση της αλληλεπίδραση των παιδιών με την ΔΨΙ, η ανίχνευση εμφάνισης εννοιολογικής αλλαγής και του ρόλου της ΔΨΙ σε αυτήν. Συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 50 μαθητές/τριες της Α' τάξης και της Ε' τάξης Δημόσιου Δημοτικού Σχολείου στην Αργυρούπολη, Αττικής όπως αναλύεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σύνοψη δείγματος

Τάξη (Ηλικία)	Μαθητές	Φύλο (Αρσενικό/Θηλυκό)
Πρώτη Δημοτικού (6 ετών)	20	9 / 11
Πέμπτη Δημοτικού (11 ετών)	20	11 / 9
Ολοήμερο (6 ετών)	10	5 / 5
<b>Σύνολο</b>	<b>50</b>	<b>25 / 25</b>

Τα ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν με τη βοήθεια α) ατομικού ερωτηματολογίου (δόθηκε υπό μορφή συνέντευξης) για την αρχική αξιολόγηση των γνώσεων και τη διάγνωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με το φως, β) την παρατήρηση της αλληλεπίδρασης των μαθητών με την ΔΨΙ, και γ) από τελικό ερωτηματολόγιο παρόμοιο με το αρχικό για την αξιολόγηση και την ανίχνευση αλλαγής στις ιδέες των μαθητών. Για την έρευνα τηρήθηκαν οι κανόνες ερευνητικής δεοντολογίας με ενημέρωση και εξασφάλιση τη συναίνεσης γονέων-κηδεμόνων και μαθητών.

Η ΔΨΙ εφαρμόστηκε αρχικά δοκιμαστικά, στις 30 και 31 Μαΐου 2016, σε ένα μικρό δείγμα 10 μαθητών της Α' τάξης, κατά τις ώρες λειτουργίας του ολοήμερου προγράμματος. Η εφαρμογή έγινε σε οκτώ φορητούς υπολογιστές με δυο μαθητές στον κάθε ένα, για να διαπιστωθούν πιθανές παραλείψεις, ελλείψεις και λάθη στην ΔΨΙ. Αφού έγιναν οι απαιτούμενες διορθώσεις παρουσιάστηκε και στο υπόλοιπο δείγμα, στην πρωινή ζώνη, στις 6 - 10 Ιουνίου 2016. Η συνολική διάρκεια της έρευνας ήταν 8 διδακτικές ώρες για τα ατομικά φύλλα αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΨΙ) και 6 διδακτικές ώρες για την εφαρμογή της ΔΨΙ.



## Ερευνητικά αποτελέσματα

### Αρχικές ιδέες των μαθητών

Επιλέξαμε δέκα παρανοήσεις (πίνακας 3), που σχετίζονται με το φως και τα χρώματα, για τη δημιουργία της ΔΨΙ, των μαθησιακών στόχων (πίνακας 4) και των ατομικών φύλλων αξιολόγησης. Οι παρανοήσεις που αναδείχθηκαν από την ανάλυση των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές στα φύλλα αξιολόγησης, ήρθαν να επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας.

**Πίνακας 3. Παρανοήσεις**

Παρανοήσεις
1. Το φως είναι μια ολότητα και δεν σκέφτονται απαραίτητα ότι αυτό ταξιδεύει και μάλιστα ευθύγραμμα.
2. Το φως δε χρειάζεται πολύ χρόνο για να ταξιδέψει κάπου, συμβαίνει ακαριαία.
3. Το λευκό φως δεν είναι μια μείξη των χρωμάτων του φωτός.
4. Η πρόσθεση όλων των χρωμάτων του φωτός έχουν αποτέλεσμα το μαύρο.
5. Το μαύρο (σκοτάδι) είναι συστατικό χρώματος, είναι δηλαδή κυρίως παρουσία χρώματος παρά απουσία φωτός.
6. Το χρώμα είναι μία φυσική ιδιότητα των σωμάτων και όχι το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων του φωτός με τα αντικείμενα.
7. Το φως είναι ένα σωματίδιο.
8. Δεν υπάρχει καμία αλληλεπίδραση ανάμεσα στο φως και στην ύλη.
9. Τα μάτια μας βλέπουν το χρώμα ενός αντικειμένου και όχι το χρώμα του ανακλώμενου φωτός.
10. Το φως απλά φωτίζει το αντικείμενο και το βλέπουμε. Το χρώμα αποτελεί ιδιότητα του σώματος που παραμένει αναλλοίωτη όταν φωτίζεται από λευκό φως, αλλά μπορεί να αλλάξει όταν φωτιστεί με χρωματιστό φως.

**Πίνακας 4. Μαθησιακοί Στόχοι**

Μαθησιακοί Στόχοι
1. Να διαπιστώσουν και να σχεδιάζουν την ευθύγραμμη πορεία του φωτός.
2. Να διατυπώνουν ότι το λευκό φως κινείται πολύ γρήγορα.
3. Να περιγράφουν ότι το λευκό φως περιέχει τη σύνθεση των χρωμάτων, που όταν συντεθούν δίνουν το λευκό φως.
4. Να σχεδιάζουν και να περιγράφουν την εμφάνιση του χρωματικού φάσματος («Ίριδα») ύστερα από την αλληλεπίδραση του φωτός με υλικά σώματα (πρίσμα).
5. Να διευκρινίζουν ότι τα χρώματα δεν είναι μια προσθήκη από το πρίσμα, υπήρχαν εξαρχής μέσα στην ακτίνα.
6. Να αναδιατυπώνουν ότι το φως και τα χρώματα δεν αποτελούν υλικά σώματα, δεν πίνουνται.
7. Να αναφέρονται στην εμφάνιση των χρωμάτων ως αλληλεπίδραση του φωτός με τα σώματα.
8. Να περιγράφουν τα χρώματα όχι ως εγγενείς ιδιότητες των σωμάτων αλλά ως εκδηλώσεις του τρόπου με τον οποίο τα σώματα επηρεάζουν το φως.

Μόνο η παρανόηση 7 δεν εμφανίζεται σε μεγάλο ποσοστό, ενώ οι υπόλοιπες συναντώνται στην πλειοψηφία των μαθητών σε κάθε τάξη και σχετικά ίδιος αριθμός μαθητών. Παρατηρήσαμε ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται το φως ως μια ολότητα που δεν ταξιδεύει και πόσο μάλλον σε ευθεία. Η εμφάνιση της επόμενης παρανόησης έρχεται ως συνέχεια της πρώτης, μιας και είναι λίγοι εκείνοι που δηλώνουν ότι το φως κινείται πολύ γρήγορα. Οι δύο παρανοήσεις που αφορούν τη σύνθεση και την ανάλυση του φωτός εμφανίζονται σχεδόν σε όλο το δείγμα της έρευνας. Οι μαθητές δηλώνουν ότι το λευκό φως δεν είναι μια μείξη χρωμάτων του φωτός και ότι η πρόσθεση όλων των χρωμάτων του φωτός έχουν αποτέλεσμα το μαύρο. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι για όλους το σκοτάδι-μαύρο είναι απουσία φωτός, δήλωση που αντιτίθεται στην προηγούμενη απάντησή τους. Αναφορικά με τα χρώματα και τον τρόπο εμφάνισής τους οι μαθητές θεωρούν το χρώμα μία

φυσική ιδιότητα των σωμάτων και όχι το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων του φωτός με τα αντικείμενα. Για την πλειοψηφία των μαθητών δεν υπάρχει καμία αλληλεπίδραση ανάμεσα στο φως και στην ύλη. Τα μάτια μας είναι αυτά που βλέπουν το χρώμα των αντικειμένων ( μια εγγενής ιδιότητα) που δεν επηρεάζεται καθόλου από το φως. Το φως απλά φωτίζει το αντικείμενο και το βλέπουμε.

### Επίτευξη των μαθησιακών στόχων- αποτελεσματικότητα της ΔΨΙ

Η αποτελεσματικότητα της ΔΨΙ αξιολογείται στη βάση της επίτευξης των μαθησιακών στόχων του πίνακα 4. Στον πίνακα 5 εμφανίζεται το πλήθος των μαθητών που πέτυχαν τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα για κάθε στόχο και τάξη, αρχικά (στην αρχική διερεύνηση των ιδεών τους) και μετά την παρέμβαση με την ΔΨΙ.

Πίνακας 5. Σύνοψη αποτελεσματικότητας της ΔΨΙ ανά στόχο και τάξη

Μαθησιακοί Στόχοι	Α' Δημοτικού			Ε' Δημοτικού		
	Αρχικά	Αλλαγή	Τελικά	Αρχικά	Αλλαγή	Τελικά
1	12 (60%)	5 (25%)	17 (85%)	13 (65%)	5 (25%)	18 (90%)
2	7 (35%)	6 (30%)	13 (65%)	8 (40%)	8 (40%)	16 (80%)
3	1 (5%)	10 (50%)	11 (55%)	1 (5%)	12 (60%)	13 (65%)
4	4 (20%)	13 (65%)	17 (85%)	1 (5%)	15 (75%)	16 (80%)
5	0 (0%)	11 (55%)	11 (55%)	0 (0%)	16 (80%)	16 (80%)
6	16 (80%)	1 (5%)	17 (85%)	19 (95%)	1 (5%)	20 (100%)
7 και 8	4 (20%)	6 (30%)	10 (50%)	3 (15%)	10 (50%)	13 (65%)

Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των μαθητών που είχαν κατακτήσει τους στόχους 1 και 6 και στις δυο τάξεις, που εφαρμόστηκε η ΔΨΙ, ήταν υψηλός. Οι μαθητές που δεν έδωσαν αρχικά την επιθυμητή απάντηση, σε αυτές τις δυο περιπτώσεις, συνήθως επιμένουν στις εναλλακτικές ιδέες τους και δυσκολεύονται να συνειδητοποιήσουν την απαιτούμενη σύγκρουση που θα οδηγήσει στην αποδοχή και στην εδραίωση της καινούριας επιστημονικής γνώσης. Επομένως, αν και είναι λίγοι αριθμητικά, οι μαθητές που αναδόμησαν τις ιδέες τους αναφορικά με τους συγκεκριμένους στόχους, η πρόκληση της αλλαγής αυτής θεωρείται σημαντική. Από τον πίνακα 5 εκτιμούμε ότι η παρέμβαση με την ΔΨΙ πέτυχε τους στόχους σε ικανοποιητικό βαθμό. Η πλειοψηφία των μαθητών (άνω του 50% σε όλους τους στόχους) που συμμετείχαν στην πειραματική εφαρμογή έδωσαν την επιθυμητή απάντηση αναδεικνύοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της ΔΨΙ. Σε αυτή την εκτίμηση συνηγορεί και ο στατιστικός έλεγχος της σημαντικότητας των ευρημάτων. Ειδικότερα, ο στατιστικός έλεγχος για την ανεξαρτησία των μεταβλητών α) πλήθος σωστών απαντήσεων και β) χρόνος εφαρμογής του τεστ (πριν ή μετά την παρέμβαση) ανά τάξη (Α και Ε'), με την χρήση των τεστ:  $\chi^2$  και του αμφίπλευρου Fisher's exact test (λόγω του μικρού δείγματος), μας βοηθά στο να εκτιμήσουμε κατά πόσο η θετική μεταβολή των ποσοστών επιτυχίας που φαίνεται στον πίνακα 5 είναι στατιστικά σημαντική. Από τους ελέγχους αυτούς βρέθηκε στατιστικά σημαντική η μεταβολή στις περιπτώσεις: Σ3 [ $\chi^2(2,N=30)=10.416$ ,  $p=0.0012$ ] (0,0025), Σ4 [ $\chi^2(2,N=30)= 12.380$ ,  $p=0.0004$ ] (0,0009) και Σ5 [ $\chi^2(2,N=30)= 13.469$ ,  $p=0.0002$ ] (0,0003) για την Α τάξη και Σ3 [ $\chi^2(2,N=20)= 15.824$ ,  $p=0.000$ ] (<0,0001), Σ4 [ $\chi^2(2,N=20)= 23.017$ ,  $p=0.000$ ] (<0,0001) Σ5 [ $\chi^2(2,N=20)= 26.666$ ,  $p=0.000$ ] (<0,0001), και Σ7-8 [ $\chi^2(2,N=20)= 10.416$ ,  $p=0.001$ ] ( $p,0,0031$ ) καθώς και οριακά στον Σ2 [ $\chi^2(2,N=20)= 5.012$ ,  $p=0.0025$ ] (0,0536) για την Ε' Τάξη. Επομένως η παρέμβαση με την «φωτεινή ιστορία» φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά στην επίτευξη μαθησιακών στόχων από τους μαθητές

και των δύο τάξεων ενώ περισσότερο από τους μαθητές του δείγματος ωφελήθηκαν οι μαθητές της Ε' τάξης. Με βάση τα στοιχεία αυτά η ΔΨΙ κρίνεται μαθησιακά αποτελεσματική σε σημαντικό βαθμό.

### **Αλλαγή στις ιδέες των μαθητών**

Προσπαθήσαμε να εντοπίσουμε την αλλαγή στις ιδέες των μαθητών μέσω των ατομικών φύλλων αξιολόγησης μετά τη ΔΨΙ. Αν και τα ποσοστά διαφέρουν για κάθε παρανόηση, παρατηρήθηκε οι μαθητές να τις «εγκαταλείπουν» και να οικοδομούν περισσότερο επιστημονικές ιδέες. Για παράδειγμα οι μισοί μαθητές της Ε' τάξης, μετά τη ΔΨΙ, αναδόμησαν τη πρότερη γνώση τους και δηλώνουν ότι το φως κινείται πιο γρήγορα από οτιδήποτε. Δε συμβαίνει όμως το ίδιο και με τους μικρότερους μαθητές, οι οποίοι φαίνεται να παραμένουν πιο ασαφείς και αδρανείς στην αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών τους. Όσο αφορά τα χρώματα παρατηρήθηκε η πλειοψηφία των μαθητών να μιλά για την αλληλεπίδραση του φωτός με την υλη-πίρισμα, προσπαθώντας να αιτιολογήσουν, με τον δικό του τρόπο ο καθένας, την εμφάνιση του χρωματικού φάσματος. Για παράδειγμα ένας μαθητής μετά τη ΔΨΙ αιτιολογεί την εμφάνιση των χρωμάτων ως εξής: «Γρατζουνίστηκε η Ίριδα και βγήκαν τα χρώματα.» και ένας άλλος αναφέρει: «Το άσπρο έχει μέσα του όλα τα χρώματα. Κουτουλάει στο τρίγωνο και βγαίνουν.». Αξιοσημείωτη είναι και η αλλαγή στις απόψεις των μαθητών που θεωρούσαν ότι η ανάμειξη των βασικών χρωμάτων δίνει μαύρο. Μπορεί να μην είναι η πλειοψηφία των μαθητών αλλά η αλλαγή είναι σημαντική αν λάβουμε υπ' όψιν το γεγονός ότι οι μαθητές που υποστήριζαν πριν τη ΔΨΙ ότι η ανάμειξη θα δώσει άσπρο ήταν μόνο δυο (ένας μαθητής της Πέμπτης και ένας της Πρώτης), ενώ μετά την εφαρμογή έφτασαν το 50% (Στόχος 3). Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι μέσω της ΔΨΙ αρκετοί μαθητές κατάφεραν να αναθεωρήσουν τις αρχικές τους ιδέες προς περισσότερο τυπικές σύμφωνα με τους μαθησιακούς στόχους.

### **Ελκυστικότητα της ΔΨΙ- υποδοχή από τους μαθητές**

Κατά την εφαρμογή παρατηρήσαμε ότι η ιστορία συνολικά ήταν ενδιαφέρουσα για τους μαθητές. Τα παιδιά έδειξαν να απολαμβάνουν τη διαδικασία και μοιράζονταν εντυπωσιασμένα την εμπειρία τους με τους συμμαθητές τους. Συνοψίζοντας δεν έλειψαν οι μαθητές που επαναλάμβαναν με ενθουσιασμό κάποιο από τα παιχνίδια και που ήθελαν να επαναλάβουν τη ΔΨΙ, ή ζητούσαν απλά να παρακολουθήσουν τι θα επέλεγαν οι συμμαθητές τους. Τέλος πολλοί μαθητές, ιδιαίτερα οι μικρότεροι, θέλοντας να επιδείξουν τις νέες γνώσεις που απέκτησαν, ανέφεραν κομμάτια της αφήγησης στην εκπαιδευτικό (σε ώρες διαλείμματος και εκτός σχολείου), αναμένοντας την επιβράβευση και τον αντίστοιχο ενθουσιασμό της.

### **Σύνοψη-Συζήτηση**

Η δημιουργία μιας ΔΨΙ εκπαιδευτικού περιεχομένου, δηλαδή μιας «ψηφιακής πραγματικότητας» στην οποία οι προς διδασκαλία ιδέες «ζουν», και με την οποία «πραγματικότητα» το παιδί θα μπορεί να αλληλεπιδρά, προσφέρει στους μαθητές ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης. Έτσι, οι ΔΨΙ μπορούν να λειτουργούν συμπληρωματικά με τα παραδοσιακά πλαίσια μάθησης, όπου οι ιδέες παρουσιάζονται συχνά «ξεκομμένες» μέσα σε «ύλη» και «σελίδες» από «γνωστικά αντικείμενα», ακυρώνοντας την επιστημονική ενδελέχεια και ανακόπτοντας την εσωτερική σύνδεση ανάμεσα στο υποκείμενο-παιδί (την ανάγκη να μάθει, το έμφυτο ενδιαφέρον, το κίνητρο της περιέργειας) και στο αντικείμενο μελέτης (που από κάτι νέο και ενδιαφέρον γίνεται απλώς

κάτι υποχρεωτικό να μάθεις) (Martin & Brouwer, 1991). Τέλος, πρόσφατες μελέτες δείχνουν πως η θέληση για μάθηση είναι μια «διάθεση» που προκύπτει από την καρδιά και το μυαλό, συναισθήματα και σκέψεις, φαντασία και λογική (Girod, Rau & Scherfige, 2003). Με άλλα λόγια, εμπνέεται, δεν επιβάλλεται ούτε μεταδίδεται. Παρά τα διαφανόμενα οφέλη τους, οι διαθέσιμες -Ελληνικές τουλάχιστον- εκπαιδευτικές ΔΨΙ είναι περιορισμένες. Με βάση αυτό τον προβληματισμό δημιουργήθηκε και δοκιμάστηκε πειραματικά η ΔΨΙ «Φωτεινή ιστορία» για την μάθηση εννοιών σχετικά με το Φως και τα χρώματα από παιδιά Δημοτικού σχολείου. Η προσπάθεια δημιουργίας μιας ΔΨΙ δεν αποτελεί μια απλή γραμμική διαδικασία, αλλά μια απαιτητική και χρονοβόρα διαδικασία. Ο σχεδιασμός εξελίσσεται διαρκώς κι σπειροειδώς. Ο δημιουργός καλείται να χειριστεί και να συνδυάσει πολλά θέματα παράλληλα, να επιστρέψει πίσω, να σβήσει, να διορθώσει, να προσθέσει. Παρά τις δυσκολίες και τις απαιτήσεις, που ενέχει, θα μπορούσε να ειπωθεί καταφέραμε να δημιουργήσουμε μια ενδιαφέρουσα ΔΨΙ στις ΦΕ για μαθητές Δημοτικού, που ενσωμάτωσε τους στόχους των ΠΣ ΦΕ (για το φως και τα χρώματα) ώστε να επιτευχθούν σε ικανοποιητικό βαθμό και αβίαστα από τους μαθητές. Τα ευρήματα από την πειραματική εφαρμογή της ΔΨΙ είναι θετικά και ενθαρρυντικά παρά το μικρό μέγεθος του δείγματος και τον τοπικό του χαρακτήρα. Αυτό μας ενθαρρύνει να συνεχίσουμε τις μελέτες για τον σχεδιασμό, τη φύση και την επίδραση των εκπαιδευτικών ΔΨΙ.

## Αναφορές

- Applebee, A. N. (1978). *The child's concept of story*. Chicago: University of Chicago Press.
- Bromme, R., & Stahl, E. (2002). Writing and learning: Hypertext as a renewal of an old and close relationship - Introduction and overview. In R. Bromme & E. Stahl (Eds.), *Writing hypertext and learning: Conceptual and empirical approaches*. Kidlington, Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Bruner, J. (1985). Narrative and paradigmatic modes of thought. Στο *Learning and teaching the ways of knowing, Eighty-fourth yearbook of the N.S.S.E* (σσ. 97-114). Chicago: University of Chicago Press.
- Bruner, J. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1991). The Narrative Construction of Reality. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21.
- Cavallari, B., Hedburg, J. G. and Harper, B. (1992). Adventure games in education: A review. *Australian Journal of Educational Technology*, 8(2), 172-184. Retrieved 20-6-2013 from: <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet8/cavallari.html>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A. A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32, 9-13.
- Crawford, C. (2013). *Chris Crawford on interactive Storytelling*. United States of America: New Riders publishing.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Αθήνα: Εκτοπον Ε.Π.Ε.
- Driver, R., Squires, A., & Rushworth, P. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών- Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. (Π. Κόκκοτας, Επιμ., Μ. Χατζή, Μεταφρ.) Αθήνα: Τοπώθητο.
- Egan, K. (1985). Teaching as Story-telling: A Non-mechanistic Approach to Planning Teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 397-406, DOI:10.1080/0022027850170405.
- Egan, K. (1993). Narrative and learning: A voyage of implications. *Linguistics and Education*, 5(2), 119-126.
- Garzotto, F., Paolini, P., & Sabiescu, A. (2010). Interactive storytelling for children. In *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children* (Barcelona, Spain, June 9-12, 2010), IDC '10. ACM, New York, NY, USA, 356-359. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/1810543.1810613>
- Klassen S., (2008). The construction & analysis of a science story: a proposed methodology. [Science & Education, Volume 18, Numbers 3-4, 401-423](#)
- Landow, G. P. (2006). *Hypertext 3.0: Critical Theory and New Media in an Era of Globalization*. Baltimore, ML: Johns Hopkins University Press, 2006

- Lebowitz, J., & Klug, C. (2011). *Interactive storytelling for video games: a player-centered approach to creating memorable characters and stories*. Burlington, MA: Focal Press
- Markouzis, D., & Fessakis G., (2015). Interactive Storytelling and Mobile Augmented Reality Applications for Learning and Entertainment—A rapid prototyping perspective. In: *Proc. IMCL 2015*, Thessaloniki, Greece, Nov. 19-20, 2015, 4-8, DOI: 10.1109/IMCTL.2015.7359544
- Martin, J. R. (1993). Literacy in science: Learning to handle a text as technology. Στο M. A. Halliday, & J. R. Martin (Επιμ.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (σσ. 166-202). London: The Falmer Press.
- Martin, B. & Brouwer, W. (1991). The Sharing of Personal Science and the Narrative Element in Science Education, *Science Education* 75 (6): 707-722 (1991)
- Molnar, A., Farrell, D., & Kostova, P., (2012). Who poisoned Hugh? – The STAR framework: Integrating learning objectives with storytelling. In: *Proc. ICIDS 2012*, San Sebastián, Spain, Nov. 12-15
- Nelson G. (1993). *The Craft of Adventure*. Retrieved 4-1-2017 from <https://archive.org/details/TheCraftOfAdventure>
- Norris, S., Guilbert, S., Smith, M., Hakimelahi, L., & Phillips, L. (2005). A Theoretical Framework for Narrative Explanation in Science. *Science Education*, 89, 535– 563.
- Roth, K. J., Chen, C., Lemmens, M., Garnier, H. E., Wickler, N. I., Atkins, L. J., Zembal- Saul, C. (2009). Coherence and science content Storylines in Science Teaching: Evidence of neglect? Evidence of effect? *NARST 2009 Symposium: Science content Storylines*. Garden Grove, CA.
- Stern, A. (2008). *Embracing the combinatorial explosion: A brief prescription for interactive story R&D*. In: *ICIDS 2008*, Erfurt, Germany, Nov. 26-29, 2008, Springer Verlag, 1-5.
- Tillis, S. (1992). *Toward an aesthetics of the puppet: puppetry as a theatrical act*. Westport: Greenwood press.
- Van Eck, R., (2006), Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless...., *EDUCAUSE Review*, vol. 41, no. 2 (March/April 2006)
- Wardrip-Fruin, N., & Harrigan, P. (2007). *Second person: role-playing and story in games and playable media*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of Case Study Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Βαροάμου, Α., Τσελφές, Β. και Παρούση, Α. (2010). «Μαμά, να έρθει στο σπίτι ο κύριος Μαγνήτης να παίξουμε;». *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 15- 17 Απριλίου 2011, Αλεξανδρούπολη, 1063-1070. ISSN: 1791-1281
- Βαροάμου, Α., Τσελφές, Β. και Παρούση, Α. (2012). Όταν τα παιδιά ζουν στον Μυθικό Κόσμο του Φωτός. *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Οι φυσικές επιστήμες στο Νηπιαγωγείο»*, 12-19 Οκτωβρίου 2012, Φλώρινα, 276- 281. ISBN: 978-618-81047-0-9
- Βαροάμου, Α., (2014). *Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στο Νηπιαγωγείο με χρήση αφηγηματικών τεχνικών - εικόνα, λόγος και θεατρική έκφραση*. Διδακτορική διατριβή, ΤΕΑΠΗ- ΕΚΠΑ. Εθνικό αρχείο διδακτορικών διατριβών <http://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/35677>
- Γιαννικοπούλου, Α. Α., & Χατζηγεωργίου, Ι. (2002). Παιδικό λογοτεχνικό βιβλίο και φυσικές επιστήμες. Στο Γ. Καυμάλης, & Α. Κατούκης (Επιμ.), *Σχολική Γνώση και Διδασκαλία στην Προτοβάθμια Εκπαίδευση* (Τόμ. Β, σσ. 10-23). Ιωάννινα: Επετηρίδα Π.Τ.Δ.Ε.
- Γιαννικοπούλου, Α. Α. (2005). Εικονογραφημένα λογοτεχνικά βιβλία στην προσέγγιση φυσικών εννοιών: Διδακτικές παρεμβάσεις στην Προσχολική Εκπαίδευση. Στο Τ. Καλογήρου, & Κ. Λαλαγιάννη (Επιμ.), *Η Λογοτεχνία στο Σχολείο: Θεωρητικές προσεγγίσεις και διδακτικές εφαρμογές στην Προτοβάθμια Εκπαίδευση* (σσ. 329-352). Αθήνα: Τυπωθήτω – Γιώργος Δαρδανός
- Μαρκούζης Δ., Φεσάκης Γ. (2014). Ανασκόπηση εκπαιδευτικών ερευνών για σοβάρια παιχνίδια στην τυπική εκπαίδευση., Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης, (Επιμ.), *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»* (σ.358-365), 3-5 Οκτωβρίου 2014, Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης, ΕΤΠΕ
- Ραβάνης, Κ. (2003). *Δραστηριότητες για το νηπιαγωγείο από τον κόσμο της φυσικής*. Αθήνα: Δίπτυχο
- Σεραφείμ Κ., & Φεσάκης Γ., (2010). Εκπαιδευτικές εφαρμογές ψηφιακής αφήγησης: Διδακτική προσέγγιση για το Νηπιαγωγείο. Στο Α. Τζιμογιάννης (Επιμ.) *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου: «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, Τόμος ΙΙ, σελ.:521-528
- Χαλκιά, Κ. (2002). Παιδική Λογοτεχνία και Φυσική, *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών Έρευνα και Πράξη*, 3, σελ. 23-30, Αθήνα.

Χριστίδης, Α. Φ. (2002). *Όψεις της γλώσσας*. Αθήνα: Νήσος.