



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Τίτλος Εργασίας: «Εκπαιδευτικές εφαρμογές  
της νανοτεχνολογίας σε θέματα πολιτισμού στο  
Δημοτικό Σχολείο».**

**Πτυχιακή εργασία της  
Παπακωνσταντίνου Όλγας**

**ΕΠΟΠΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ANNA ΣΠΥΡΤΟΥ**

**Β΄ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΤΡΙΑ: ΠΗΝΕΛΟΠΗ  
ΠΑΠΑΛΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΦΛΩΡΙΝΑ 2020**

*There is no beauty without some strangeness.*

*Edgar Allan Poe*

## Φύλλο Εξέτασης

1. Επόπτης: \_\_\_\_\_

Βαθμός: \_\_\_\_\_

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

2. Δεύτερος Βαθμολογητής: \_\_\_\_\_

Βαθμός: \_\_\_\_\_

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Γενικός Βαθμός: \_\_\_\_\_

Ο/η συγγραφέας ..... βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στις εργασίες τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
1.1.Τι είναι ο επιστημονικός εγγραμματισμός; .....	8
1.1.1.Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού εγγραμματισμού .....	11
1.1.2.Διερεύνηση και εγγραμματισμός .....	12
1.1.3.Διερεύνηση και μοντέλα .....	13
1.1.4.Άτυπη εκπαίδευση και επιστημονικός εγγραμματισμός .....	14
1.2.Τι είναι η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία; .....	15
1.2.1.Η ιστορία της Ν-ΕΤ.....	16
1.2.2. Επιστημονικός εγγραμματισμός και Νανοτεχνολογία: Νανογγραμματισμός .....	18
1.2.3.Επιχειρήματα για την Εισαγωγή της Ν-ΕΤ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση .....	19
1.2.4.Ο «πυρήνας» του περιεχομένου της Ν-ΕΤ .....	22
1.3.Εισαγωγή στο νανοπολιτισμό .....	24
1.3.1.Το μπλε των Μάγια .....	25
1.3.2.Η κούπα του Λυκούργου .....	27
1.3.3.Αττικά Αγγεία .....	29
1.3.4.Βιτρό .....	30
1.3.5.Επιχειρήματα για την επιδίωξη του επιστημονικού εγγραμματισμού στο επίπεδο του πολιτισμού .....	32
1.3.6.Έρευνες σχετικά με τη Διδακτική του νανοπολιτισμού .....	35
1.3.7.Συμπεράσματα .....	39
2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	40
2.1.Ερευνητικά Ερωτήματα .....	40
2.2.Σχεδιασμός και Περιγραφή Εκπαιδευτικού Υλικού .....	40
2.3.Συμμετέχοντες.....	46
2.4. Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων .....	47
2.5.Ανάλυση Δεδομένων.....	48
3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	50
4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	77
5.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	80
6.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	82

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία ασχολείται με τη διαχείριση και ανασυγκρότηση της ύλης σε ατομικό και μοριακό επίπεδο, σε πεδίο που κυμαίνεται, από 1-100 nm. Αξιοποιεί τις διακριτές ιδιότητες που πραγματοποιούνται στη νανοκλίμακα, όπως είναι το χρώμα, η αγωγιμότητα και ο μαγνητισμός και δημιουργεί κατασκευές που έχουν μοναδικές ιδιότητες λόγω του εξαιρετικά μικρού μεγέθους των νανοσωματιδίων. Η νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία αποτελεί ένα καινοτομικό πεδίο και έχει προσελκύσει πλήθος ερευνητών. Ένα κομμάτι της αποτελεί ο νανοπολιτισμός, ο οποίος ασχολείται με τη μελέτη αρχαίων τεχνουργημάτων που περιέχουν νανοσωματίδια. Κάποια από αυτά είναι η κούπα του Λυκούργου, το μπλε των Μάγια, τα αρχαία Αττικά αγγεία και τα Βιτρό.

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για την εισαγωγή του νανοπολιτισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, έπειτα από τη διερεύνηση της βιβλιογραφίας, παρατηρήθηκε ότι οι έρευνες για το συγκεκριμένο πεδίο ήταν περιορισμένες, τόσο για το επίπεδο του Δημοτικού σχολείου, όσο και για τις υπόλοιπες βαθμίδες εκπαίδευσης.

Αρχικά, υπογραμμίζουμε τη σημασία του επιστημονικού εγγραμματισμού και αναφέρουμε κάποια ιστορικά στοιχεία για τη νανοεπιστήμη-νανοτεχνολογία. Στη συνέχεια, επικεντρωνόμαστε στο κομμάτι του νανοπολιτισμού μέσα από ορισμένα επιτεύγματα του παρελθόντος και στους λόγους για τους οποίους χρειάζεται να εισαχθεί στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Τέλος, παρουσιάζουμε τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για το νανοπολιτισμό, την αξιολόγηση της εφαρμοσιμότητάς του από εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και την καταγραφή προτάσεων για τη βελτίωσή του.

**Λέξεις Κλειδιά:** Νανοεπιστήμη/Νανοτεχνολογία, Νανοπολιτισμός, Επιστημονικός Εγγραμματισμός, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

## ABSTRACT

Nanoscience-nanotechnology deals with the management and reconstruction of matter at the atomic and molecular level, in a field ranging from 1-100 nm. It utilizes the distinct properties realized in the nanoscale, such as color, conductivity and magnetism and creates structures that have unique properties due to the extremely small size of the nanoparticles. Nanoscience-nanotechnology is an innovative field and has attracted many researchers. A part of it is nanoculture, which deals with the study of ancient artifacts containing nanoparticles. Some of them are the Lycurgus cup, the Maya blue, the ancient Attic vessels and Stained Glass.

The present study has as a purpose the creation of educational material for the introduction of nanoculture in Primary Education. Specifically, after researching the literature, it was observed that the researches in this area were limited, both for the Elementary school level and for the other levels of education.

Firstly, we emphasize the importance of scientific literacy and report some historical facts about nanoscience-nanotechnology. Subsequently, we focus on the part of nanoculture through some achievements of the past and the reasons why it needs to be introduced in Primary Education. Finally, we present the creation of educational material for nanoculture, the evaluation of its applicability by Primary Education teachers and the record of suggestions for its improvement.

**Key words:** Nanoscience/Nanotechnology, Nanoculture, Science Literacy, Primary Education

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής μου εργασίας, κατά τη διάρκεια φοίτησής μου στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στη σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, πιο συγκεκριμένα , στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Σκοπός της εργασίας ήταν η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τη Νανοτεχνολογία, σε θέματα πολιτισμού στο Δημοτικό σχολείο και η αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι κατέχουν μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στη Νανοτεχνολογία και τη διδακτική της και έχουν διδάξει σε μικρές τάξεις του Δημοτικού σχολείου.

Για τη διεκπεραίωση της εργασίας ήταν σημαντική η συμβολή ορισμένων ανθρώπων, τους οποίους θέλω να ευχαριστήσω. Αρχικά, την καθηγήτρια και επόπτρια της εργασίας μου, κυρία Άννα Σπύρτου, η οποία μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με τον ενδιαφέρον κλάδο της νανοτεχνολογίας, όπως, επίσης, και τον καθηγητή Λεωνίδα Μάνου. Οι συμβουλές και η καθοδήγηση που μου έδωσαν με βοήθησαν πάρα πολύ προκειμένου να ολοκληρώσω την εργασία μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Παπαδοπούλου Πηνελόπη για τη βοήθεια που μου προσέφερε. Ακόμη, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την ευκαιρία που μου έδωσε να φοιτήσω στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και τη στήριξή της σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Τι είναι ο επιστημονικός εγγραμματισμός;

Παρόλο που ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι απαραίτητος για όλους, δεν υπάρχει συμφωνία ως προς το τι σημαίνει ή το τι θα έπρεπε να σημαίνει. Μάλιστα, με βάση έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί, ακόμη και καθηγητές πανεπιστημίου με ειδίκευση στον επιστημονικό εγγραμματισμό δεν είχαν κοινή άποψη για την έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού, για τα χαρακτηριστικά στα οποία χρειάζεται να δοθεί έμφαση και για την έκταση και το βάθος που πρέπει να διδαχτούν (Kemp, 2003).

Το πρόβλημα της ασάφειας του όρου έχει τις ρίζες του στο ότι δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για το τι σημαίνει επιστήμη στη σημερινή εποχή. Για πολλά χρόνια ο όρος Science στις αγγλοσαξονικές χώρες ταυτιζόταν με τις Φυσικές Επιστήμες [Φ.Ε.], όμως στη σύγχρονη εποχή έχει αλλάξει και αναφέρεται πλέον και στα μαθηματικά, την τεχνολογία, και σε ορισμένες περιπτώσεις, στις κοινωνικές επιστήμες. Ως αποτέλεσμα, ενώ μέχρι πρόσφατα χωριζόντουσαν σε επιμέρους τμήματα ακόμα και οι Φ.Ε. (σε μαθήματα φυσικής, χημείας, γεωλογίας, βιολογίας, γεωγραφίας, αστρονομίας, κτλ.), σήμερα στην πλειοψηφία των προγραμμάτων σπουδών προτείνεται η ενιαία αντιμετώπιση και μελέτη για το φυσικό κόσμο (Φ.Ε.) και τον κατασκευασμένο κόσμο (τεχνολογία), σε συνάρτηση με το πώς αλληλοεπιδρούν με την κοινωνία (κοινωνικές επιστήμες). Όπως γίνεται αντιληπτό, προκειμένου να επιτευχθεί το παραπάνω, όσον αφορά την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, χρειάζεται να πραγματοποιηθεί και αλλαγή των στόχων του προγράμματος σπουδών, των διδακτικών στρατηγικών, του εκπαιδευτικού υλικού και των διδακτικών εργαλείων, ενώ απαραίτητη είναι και η αλλαγή της νοοτροπίας των εκπαιδευτικών.

Ο διεθνής οικονομικός οργανισμός ΟΟΣΑ (OECD), υποστήριξε ότι επιστημονικός εγγραμματισμός είναι « η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί την επιστημονική γνώση για να αναγνωρίζει επιστημονικά ερωτήματα που προκύπτουν καθημερινά και να εξάγει συμπεράσματα που θα συμβάλουν στη λήψη αποφάσεων για προβλήματα τα οποία αφορούν τον κόσμο μας και τις αλλαγές που επέρχονται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σημαντική επίσης συνιστώσα του επιστημονικού εγγραμματισμού θεωρείται η ανάπτυξη της δεξιότητας των πολιτών στην επίλυση προβλημάτων, καθώς και η πληροφόρησή τους για τις μεγάλες θεωρίες της επιστήμης που σήμερα αποτελούν πολιτιστική κληρονομιά της ανθρωπότητας» (OECD 2003). (Χαλκιά Κ., 2012, σελ. 46)



Σύμφωνα και με τους υπόλοιπους ορισμούς που υπάρχουν για τον επιστημονικό εγγραμματισμό, όλοι καταλήγουν στο ότι βασικές συνιστώσες του είναι «ο επιστημονικός τρόπος θέασης του κόσμου, οι επιστημονικές μέθοδοι έρευνας, η γνώση της φύσης της επιστήμης, η σύνδεση επιστήμης και τεχνολογίας, η αλληλεξάρτηση επιστήμης και κοινωνίας και η επίδραση των Φ.Ε. στην ιστορία και τον πολιτισμό» (Χαλκιά Κ, 2012, σελ.47). Εκτός από τα παραπάνω, ο επιστημονικός εγγραμματισμός συνδέεται άμεσα με τις αξίες, τις στάσεις και τις ικανότητες που πρέπει να κατέχει ο επιστημονικά εγγράμματος πολίτης (Laugksch 2001). Ακόμη, υποστηρίζεται ότι το άτομο που έχει λάβει γνώσεις που αφορούν την επιστήμη και την τεχνολογία χρειάζεται να είναι ικανό να τις εφαρμόζει σε καταστάσεις που συναντά στην καθημερινότητά του (Buxton 2001).

Συμπεραίνοντας, δεν υπάρχει προς το παρόν ένας σαφής ορισμός για τον επιστημονικό εγγραμματισμό που να είναι κοινά αποδεκτός. Εξάλλου, υποστηρίζεται ότι δεν χρειάζεται να προσπαθήσουμε να το επιτύχουμε αυτό (DeBoer 2000). Ο λόγος που οδήγησε στη δημιουργία αυτής της αντίληψης είναι επειδή ο όρος είναι αναγκαίο να αναπροσαρμόζεται στο συγκείμενο της κάθε κοινωνίας προκειμένου οι εκπαιδευτικοί να εστιάζουν στους στόχους που είναι πιο κατάλληλοι ανάλογα με την περιοχή που βρίσκονται, το κομμάτι πληθυσμού στο οποίο απευθύνονται και τις συνθήκες που επικρατούν. Έτσι, λαμβάνοντας υπόψη τα ενδιαφέροντα των μαθητών και τις ανάγκες της κοινωνίας θα επιλέγουν τι θα διδάξουν (περιεχόμενο) και πώς θα το διδάξουν (μεθοδολογία). Ωστόσο, αυτό που μπορεί να ειπωθεί είναι ότι βασικά σημεία του είναι οι Φ.Ε. και η τεχνολογία. Ήδη από τον 6<sup>ο</sup> αιώνα ο άνθρωπος είχε αναπτύξει επιστημονικό τρόπο σκέψης στην προσπάθειά του να κατανοήσει τον κόσμο, τον τρόπο λειτουργίας τους. Στο πέρασμα του χρόνου ανέπτυξε θεωρίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από δημιουργικότητα και τόλμη και έδωσαν απαντήσεις σε πολλά από τα ερωτήματά του. Ο επιστημονικός τρόπος σκέψης και τα δημιουργήματά του αποτελούν κομμάτι του πολιτισμού μας, τα οποία πρέπει να γνωρίζουν οι πολίτες για τη βαθύτερη κατανόηση του σύγχρονου πολιτισμού (Χαλκιά 1999). Η τεχνολογία αποτελεί επίσης σημαντικό κομμάτι καθώς ο άνθρωπος επιθυμεί να αναδιαμορφώνει διαρκώς το περιβάλλον του και μαζί με αυτό αλλάζει και ο ίδιος (Μοσκοβίτσι 1998). Συγχρόνως, η τεχνολογία αναπτύσσεται με βάση τις κοινωνικές συγκυρίες και ανάγκες της κοινωνίας, επηρεάζοντάς την σε σημαντικό βαθμό. Η τεχνολογία από μόνη της θεωρείται ένα ουδέτερο «μέσο», το αν θα έχει θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα στην

κοινωνία εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της και γι' αυτό οι πολίτες θα πρέπει να έχουν καλλιεργήσει τον επιστημονικό εγγραμματισμό.  
(Χαλκιά, 2012)

### *1.1.1. Τα πολλαπλά επίπεδα του επιστημονικού εγγραμματισμού*

Πολλοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να εντοπίσουν τις διάφορες διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού και να ιεραρχήσουν τα επίπεδα επίτευξής του (Roberts 2007). Για παράδειγμα, γίνεται λόγος για τον πρακτικό επιστημονικό εγγραμματισμό, τον πολιτικό επιστημονικό εγγραμματισμό και τον πολιτισμικό επιστημονικό εγγραμματισμό (Shen 1975). Επίσης, γίνεται αναφορά για τον πολιτισμικό επιστημονικό εγγραμματισμό, το λειτουργικό επιστημονικό εγγραμματισμό και, τέλος, τον αληθινό επιστημονικό εγγραμματισμό (Shamos 1996).

Παρακάτω θα αναλυθεί η ιεράρχηση του Bybee (1997), ο οποίος δημιουργεί ένα πλαίσιο τεσσάρων επιπέδων επιστημονικού (και τεχνολογικού) εγγραμματισμού. Στο πλαίσιο αυτό ο επιστημονικός εγγραμματισμός γίνεται αντιληπτός ως ένα συνεχές, στο οποίο η κατάκτηση του αμέσως επόμενου επιπέδου σημαίνει βαθύτερη κατανόηση της επιστήμης (και της τεχνολογίας). Συγκεκριμένα, τα τέσσερα επίπεδα επιστημονικού εγγραμματισμού, σύμφωνα με τον Bybee, είναι τα ακόλουθα:

•Ονομαστικός επιστημονικός εγγραμματισμός: το άτομο συσχετίζει ονόματα και όρους με μια γενική περιοχή της επιστήμης και της τεχνολογίας, αλλά ο συσχετισμός αυτός είναι περιορισμένος. Δηλαδή, η ανταπόκρισή του σε ένα επιστημονικό ερώτημα ή σε έναν όρο είναι ανεπαρκής. Σε αυτό το επίπεδο συγκαταλέγονται και οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.

•Λειτουργικός επιστημονικός εγγραμματισμός: το άτομο είναι σε θέση να χρησιμοποιεί επιστημονική ορολογία, να διαβάζει ή να γράφει μικρά κείμενα με τη χρήση απλού επιστημονικού λεξιλογίου. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να συσχετίζει το λεξιλόγιο με ευρύτερα εννοιολογικά σχήματα, όμως δεν έχει ενσωματώσει τις έννοιες σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να κατανοήσει τη χρησιμότητά τους στην καθημερινή ζωή.

•Εννοιολογικός και διαδικαστικός επιστημονικός εγγραμματισμός: σε αυτό το επίπεδο το άτομο αντιλαμβάνεται τη σύνδεση μιας έννοιας με ένα ευρύτερο σύνολο εννοιών και αναπτύσσει δεξιότητες που είναι αναγκαίες για την επιστημονική έρευνα και τον τεχνολογικό σχεδιασμό.

•Πολυδιάστατος επιστημονικός εγγραμματισμός: το άτομο είναι ικανό να καταλάβει, εκτός από τα βασικά εννοιολογικά πλαίσια της επιστήμης και της τεχνολογίας, και άλλες σημαντικές πτυχές τους για την ολοκληρωμένη κατανόησή τους, όπως είναι η ιστορία των επιστημονικών ιδεών. Έτσι, έχει συνειδητοποιήσει ότι η επιστήμη και η τεχνολογία αποτελούν σημαντικό κομμάτι του ανθρώπινου

πολιτισμού και μπορεί να συνδέσει τις έννοιες και τις αρχές των Φ.Ε. και της τεχνολογίας με θέματα που αφορούν την κοινωνία.

(Χαλκιά, 2012)

### *1.1.2.Διερεύνηση και εγγραμματισμός*

Στη σύγχρονη εποχή παρατηρείται ραγδαία αύξηση της επιστημονικής γνώσης που έχει οδηγήσει σε καινούριες θεωρίες για τη φύση της επιστήμης, τη διδασκαλία και τη μάθηση στις Φ.Ε. Όλα αυτά οδήγησαν σε νέους σκοπούς της εκπαιδευτικής διαδικασίας των Φ.Ε., όπως είναι η εκμάθηση των επιστημονικών μεθόδων, η ανάπτυξη κριτικής σκέψης και η ενημερότητα των μαθητών για τη φύση της επιστήμης.

Μέσω της επιστημονικής διερεύνησης οι επιστήμονες μελετούν τον κόσμο, έτσι ώστε να τον κατανοήσουν και να δώσουν εξηγήσεις που βασίζονται στα δεδομένα που έχουν συλλέξει. Στις βασικές αρχές του «επιστημονικού εγγραμματισμού» η διερεύνηση αποτελεί μια πνευματική και κοινωνική προσπάθεια, κατά την οποία οι επιστήμονες προσπαθούν να κατανοήσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος και τονίζουν ότι πρέπει να είναι ένας βασικός στόχος της σχολικής εκπαίδευσης.

Κατά τη διερευνητική μάθηση, οι μαθητές είναι ενεργοί και ανακαλύπτουν τη γνώση μόνοι τους. Η διερεύνηση μπορεί να είναι «δομημένη», «καθοδηγούμενη» και «ανοιχτή». Το σημείο που διαφοροποιεί το κάθε είδος διερεύνησης είναι το ποιος είναι ο υπεύθυνος για τη δραστηριότητα. Στην πρώτη περίπτωση ο δάσκαλος δίνει την ερώτηση στους μαθητές και τους δείχνει το «δρόμο» που θα πρέπει να ακολουθήσουν προκειμένου να οδηγηθούν στην επιθυμητή απάντηση. Στη δεύτερη περίπτωση, ο εκπαιδευτικός ανακοινώνει το θέμα στην τάξη και παρέχει τα υλικά, ενώ οι μαθητές εμπλέκονται στις διαδικασίες της επιστημονικής διερεύνησης μέσω της παρατήρησης και πρόβλεψης, τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, τη διατύπωση νέων ερωτήσεων και συμπερασμάτων κτλ. Τέλος, στην ανοιχτή διερεύνηση, ο εκπαιδευτικός καθορίζει το γνωστικό συγκείμενο και παρέχει τα απαραίτητα υλικά στους μαθητές, όμως οι τελευταίοι επιλέγουν το θέμα και τη μέθοδο διερεύνησης.

(Ψύλλος,2011)

### 1.1.3. Διερεύνηση και μοντέλα

Η χρήση μοντέλων και δραστηριοτήτων μοντελοποίησης κατά τη διερεύνηση αυξάνει την αποτελεσματικότητά της καθώς οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν το μοντέλο ως ερευνητικό εργαλείο και να εισαχθούν στην επιστημονική μέθοδο. Το επιστημονικό μοντέλο αποτελείται από αναπαραστάσεις, κανόνες και ερμηνευτικές δομές. Επομένως, η χρήση του για την κατανόηση και τη διατύπωση επιστημονικών θεωριών είναι σημαντική καθώς περιγράφει, προβλέπει και εξηγεί τα φυσικά φαινόμενα. (Schwarz & White, 2005).

Μέσα από το διδακτικό μετασχηματισμό τα επιστημονικά μοντέλα μετατρέπονται σε διδακτικά μοντέλα. Η χρήση τους σε ένα διερευνητικό πλαίσιο έχει ως στόχο, όχι μόνο την εκμάθηση του γνωστικού περιεχομένου, αλλά και την εισαγωγή στην επιστημονική μέθοδο, όπως επίσης και την κατανόηση πλευρών της φύσης της επιστήμης.

Στη χώρα μας παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον για τη χρήση μοντέλων στην εκμάθηση των Φ.Ε. Σύμφωνα με το θεσμοθετημένο Ενιαίο Διαθεματικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΔΕΠΠΣ, 2003) δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην εφαρμογή δραστηριοτήτων μοντελοποίησης κατά τη διδασκαλία Φ.Ε. Υποστηρίζεται ότι τα μοντέλα ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση, καθώς ο μαθητής διατυπώνει υποθέσεις και προσπαθεί να ερμηνεύσει το φαινόμενο, ενώ στόχος είναι η εξοικείωση με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία.

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που αναδεικνύουν τη σημαντικότητα των μοντέλων στην εκπαιδευτική διαδικασία των Φ.Ε. Παρόλα αυτά, εντοπίζονται σοβαρές δυσκολίες στη διαχείρισή τους, τόσο από μαθητές όσο και από φοιτητές και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς.

(Ψύλλος, 2011)

#### *1.1.4. Ατυπη εκπαίδευση και επιστημονικός εγγραμματισμός*

Ένας καλός τρόπος ώστε να δημιουργηθούν στους μαθητές κίνητρα μάθησης (Ramey Gassert et al. 1994), να αναπτυχθούν ο επιστημονικός εγγραμματισμός, οι επιστημονικές και κοινωνικές δεξιότητες (Rennie & Williams 2002) αποτελούν τα τεχνοεπιστημονικά μουσεία. Ωστόσο, σημαντικό ρόλο κατέχει ο εκπαιδευτικός, ο οποίος θα πρέπει να δρα κατάλληλα πριν, κατά και μετά την επίσκεψη, προκειμένου να έχει μαθησιακό αποτέλεσμα (Hein 1998). Κομβικό κομμάτι αποτελούν ο τρόπος με τον οποίον οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διδακτική προσέγγιση (Kisiel 2003), οι προσδοκίες τους, η προηγούμενη γνώση του χώρου καθώς και η στάση τους απέναντι στο χώρο (Anderson et al. 2006).

Οι έρευνες σχετικά με τη συμπεριφορά των εκπαιδευτικών στο μουσείο είναι ελάχιστες, αλλά τα αποτελέσματά τους δείχνουν ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικών-μαθητών είναι πολύ μικρή και εστιάζεται σε θέματα πειθαρχίας. Αν και υπάρχουν προτάσεις για το σχεδιασμό και την υλοποίηση επισκέψεων σε τεχνοεπιστημονικά μουσεία οι εκπαιδευτικοί αποφεύγουν να τις υλοποιήσουν. Σημαντικό σημείο αποτελεί το γεγονός ότι ο εκπαιδευτικός βασίζεται στην προσωπική του θεωρία για να αποφασίσει για θέματα σχετικά με το Αναλυτικό Πρόγραμμα [ΑΠ] και τις διδακτικές του πρακτικές (Cornett et al., 1990). Η προσωπική του θεωρία περιλαμβάνει «αντιλήψεις, πεποιθήσεις, αξίες σχετικά με τους σκοπούς της εκπαίδευσης, τον τρόπο μάθησης, τους ρόλους εκπαιδευτικού και μαθητών, το περιεχόμενο του ΑΠ και τη φύση της γνώσης (Pajares 1992)», όμως όταν αλλάζει το μαθησιακό πλαίσιο, η προσωπική του θεωρία για τη διδασκαλία και τη μάθηση μπορεί να διαφοροποιηθεί (Samuelowicz & Bain 1992). Ακόμη, το εκπαιδευτικό περιβάλλον επηρεάζει την εικόνα του εκπαιδευτικού για τον εαυτό του ως εκπαιδευτικό (Peretz et al. 2003). Γι' αυτόν το λόγο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αισθανθεί ότι δεν έχει τις γνώσεις που απαιτούνται για να αναλάβει έναν ενεργητικό και καθοδηγητικό ρόλο στο μουσείο και έτσι αποφασίζει να μην εμπλακεί σε αυτήν τη διαδικασία.

(Καρνέζου, Αυγητίδου, Καριώτογλου, 2011)

### 1.2. Τι είναι η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία;

Η Νανοεπιστήμη-Νανοτεχνολογία[N-ET] ασχολείται με τη διαχείριση και ανασυγκρότηση της ύλης σε ατομικό και μοριακό επίπεδο, σε πεδίο που κυμαίνεται, από 1-100 nm. Ακόμη, έχει σχέση με την αξιοποίηση των διακριτών ιδιοτήτων και φαινομένων τα οποία πραγματοποιούνται στη νανοκλίμακα. Το χρώμα, η αγωγιμότητα και ο μαγνητισμός είναι κάποιες από τις ιδιότητες που αλλάζουν όταν ένα αντικείμενο πλησιάζει τη νανοκλίμακα.

(Μάνου, Πέικος, Σπύρτου, 2015)

Επομένως, αξιοποιεί τη δυνατότητα διαχείρισης των ατόμων, μορίων και μακρομορίων, προκειμένου να δημιουργηθούν υλικά και διατάξεις με καινούριες ιδιότητες και λειτουργίες που οφείλονται στο πολύ μικρό μέγεθός τους (Ghattas & Carver, 2012). Έχει μεγάλο αντίκτυπο σε κλάδους της βιομηχανίας, της υγείας, της ηλεκτρονικής και υλικών, γι' αυτό χαρακτηρίζεται ως η επόμενη «Βιομηχανική Επανάσταση»

(Καζαής και συν, 2015)

Επιπλέον, αποτελεί ένα καινοτομικό διεπιστημονικό πεδίο και παράλληλα ένα πεδίο εκπαιδευτικής έρευνας. Τα τελευταία χρόνια γίνονται έρευνες για τις διδακτικές στρατηγικές που θα είναι αποτελεσματικές για την εισαγωγή της N-ET στα ΑΠ των Φ.Ε. .Αυτή τη στιγμή ερευνώνται σε όλον τον κόσμο τα μοντέλα διδασκαλίας, η επιλογή του κατάλληλου περιεχομένου και οι παράγοντες που θα ελκύουν τους μαθητές. (Bryan et al. 2015).

(Δρογγίτη, Μάνου, Πέικος, Σπύρτου, 2015)

### 1.2.1. Η ιστορία της N-ET

Όλα ξεκίνησαν από την Ατομική θεωρία, η οποία στη φυσική και τη φιλοσοφία είναι η θεωρία που υποστηρίζει ότι η ύλη, επομένως και ο κόσμος, αποτελείται από στοιχειώδη αδιάσπαστα σωματίδια. Η Ατομική θεωρία εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην Αρχαία Ελλάδα από το Λεύκιππο και το μαθητή του, Δημόκριτο, και ανακαλύφθηκε και πάλι από τον John Dalton, ο οποίος ήθελε να ερμηνεύσει τις χημικές αντιδράσεις.

Ο Richard Feynman σε μια ομιλία του το 1959, με τίτλο «Υπάρχει Πολύς Χώρος στον Πάτο», υποστήριξε ότι στο ατομικό επίπεδο πρέπει να διαχειριζόμαστε την ύλη διαφορετικά καθώς αναδεικνύονται νέες δυνάμεις.

Η λέξη Νανοτεχνολογία επινοήθηκε από τον καθηγητή Πανεπιστημίου Επιστημών του Τόκιο, Norio Taniguchi, το 1974 σε μια διατριβή του με τίτλο «Σχετικά με τη βασική έννοια της Νανοτεχνολογίας» για να περιγράψει την ακρίβεια κατασκευής υλικών με ανοχές νανόμετρου.

Ο όρος «Νανοτεχνολογία» εισάχθηκε την περίοδο της δεκαετίας του '80, όταν οι Kroto, Smalley και Curl ανακάλυψαν τα φουλλερένια και ο Eric Drexler, χρησιμοποίησε τις ιδέες του Feynman από την ομιλία του «Υπάρχει Πολύς Χώρος στον Πάτο», και τον όρο «νανοτεχνολογία» από τον Taniguchi, στο βιβλίο του που εκδόθηκε το 1986 «Enginew of Creation: The Coming Era of Nanotechnology». Η επιστήμη της νανοτεχνολογίας εξελίχθηκε περαιτέρω όταν ένας άλλος Ιάπωνας επιστήμονας, ο Lijimi, ανέπτυξε νανοσωλήνες άνθρακα.

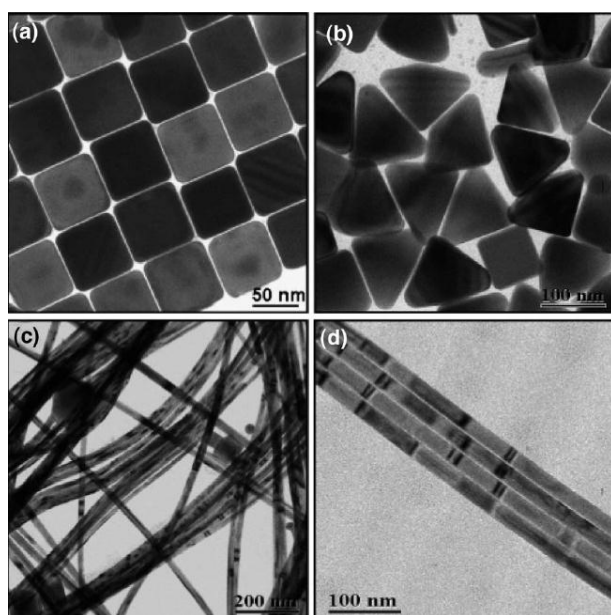
Σήμερα, με τη βοήθεια της μικροσκοπίας ηλεκτρονικής και ατομικής δύναμης (electron and atomic force microscopy), την υπέρυθη φασματομετρία και τη φασματομετρία μάζας (mass and infrared spectrometry), καθώς και με άλλες προηγμένες τεχνολογίες οι επιστήμονες έχουν τη δυνατότητα, όχι μόνο να διακρίνουν τα νανοσωματίδια, όπως φαίνεται στην εικόνα 1, αλλά και να δημιουργούν καινούρια, τα οποία παρά το μικρό μέγεθός τους δεν σταματούν να μας εκπλήσσουν,. Η επιφάνειά τους μεγαλώνει στην κλίμακα του νάνο και αποκτούν μοναδικές μαγνητικές, μηχανικές, δομικές, οπτικές και ηλεκτρικές ιδιότητες, οι οποίες θα οδηγήσουν σε καινοτόμες ανακαλύψεις.

Επομένως, διαφαίνεται το μεγάλο ενδιαφέρον που έχει αναπτυχθεί για τη N-ET, η οποία επηρεάζει, πλέον, την καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, στον τομέα της ιατρικής η N-ET χρησιμοποιείται στους διαγνωστικούς βιοαισθητήρες, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 2, ενώ στις βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών τα



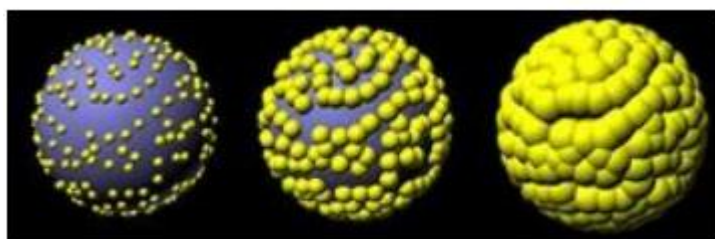
νανοϋλικά έχουν συντελέσει στη βελτίωση της παραγωγής και της βιοδιαθεσιμότητας. Τα οφέλη της N-ET είναι πολλαπλά, ωστόσο η εκτεταμένη έκθεση σε νανοσωματίδια μπορεί να επηρεάσει το περιβάλλον και να οδηγήσει σε προβλήματα υγείας. (Hulla, Sahu, Hayes, 2015• Chady, 2015)

**Εικόνα 1:** Εικόνες νανοσωματιδίων με τη βοήθεια της Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Μετάδοσης (Transmission Electron Microscopy/ TEM). a) Κύβοι (50 nm) b) τρίγωνα (100 nm) c) καλώδια (200 nm) d) ευθυγραμμισμένα καλώδια (100 nm).



**Πηγή:** <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001868608001449>

**Εικόνα 2:** Ανάπτυξη χρυσού νάνο-φλοιού με πυρήνα πυριτίου και υπέρ-στρώμα χρυσού. Χρησιμεύει για τη διάγνωση και θεραπεία του καρκίνου του μαστού χωρίς επεμβατικές βιοψίες, χειρουργικές επεμβάσεις και χημειοθεραπείες.



**Πηγή:** <http://www.ijmse.net/uploadfile/2014/0519/20140519032428264.pdf>

### 1.2.2. Επιστημονικός εγγραμματισμός και Νανοτεχνολογία: Νανογγραμματισμός

Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, ο επιστημονικός εγγραμματισμός λαμβάνει υπόψη του το κοινωνικό πλαίσιο προκειμένου να υπάρξει η κατάλληλη επιμόρφωση για τα τρέχοντα θέματα, έτσι η εξέλιξη των Φ.Ε. στο κομμάτι της N-ET οδήγησε στην αναθεώρησή του. Απόρροια του παραπάνω είναι και η δημιουργία του όρου «νανογγραμματισμός» (nano-literacy) που εντοπίζεται στη βιβλιογραφία και αφορά τη δυνατότητα των πολιτών να αντιμετωπίζουν θέματα που αφορούν το τρίπτυχο επιστήμη, καθημερινή ζωή και κοινωνία, όσον αφορά τη N-ET. Λόγω της ταχείας ανάπτυξής της η εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα των Φ.Ε. επιθυμεί την ένταξη των εφαρμογών της στο σχολείο, με στόχο την ανάπτυξη πολιτών που θα είναι επιστημονικά εγγράμματοι σε αυτήν. Δηλαδή, δίνεται βάση όχι μόνο στην προετοιμασία των ατόμων ως μελλοντικούς επιστήμονες που θα κατέχουν τις απαιτούμενες γνώσεις σχετικά με τους νόμους, τις θεωρίες και τις επιστημονικές διαδικασίες, αλλά και στη γενικότερη ενημέρωσή τους για θέματα που αφορούν τις σύγχρονες εξελίξεις στον τομέα της N-ET και επηρεάζουν την καθημερινότητα.

Ακόμη, από τη στιγμή που η N-ET έχει διεισδύσει στη ζωή μας σε μεγάλο βαθμό, η γνώση της είναι απαραίτητη, όχι μόνο για την εκπαίδευση ειδικευμένου προσωπικού, αλλά και για την ομαλή λειτουργία μιας δημοκρατικής κοινωνίας ώστε οι πολίτες να μπορούν να χρησιμοποιούν επιχειρήματα για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της N-ET που βρίσκουν εφαρμογή τόσο στο άμεσο όσο και στο ευρύτερο περιβάλλον τους. Για παράδειγμα, το κομμάτι της υγείας, της διατροφής και του περιβάλλοντος. Εξάλλου, οι πολίτες που είναι ενήμεροι για τις εξελίξεις χαρακτηρίζονται από αυτοπεποίθηση και επιτυχία στα πλαίσια μιας κοινωνίας που επικρατεί η επιστήμη και η τεχνολογία, ενώ είναι πιθανότερο να λάβουν πιο υπεύθυνες αποφάσεις για περιβαλλοντικά και ηθικά θέματα.

Ωστόσο, η ικανότητα λήψης αποφάσεων για θέματα που αφορούν την κοινωνία και την επιστήμη απαιτούν σύνθετες γνώσεις, δηλαδή όχι μόνο γνώσεις επιστημονικού περιεχομένου, αλλά και πρακτικές δεξιότητες, κατανόηση της σχέσης που υφίσταται ανάμεσα στην επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία, όπως και της φύσης και της ιστορίας της επιστήμης. Εκτός από αυτά, το άτομο πρέπει να μπορεί να θέσει σε εφαρμογή την επιστημονική γνώση σε καταστάσεις της καθημερινότητας.

(Πέικος, 2016 • Laherto, 2010)

### 1.2.3. Επιχειρήματα για την Εισαγωγή της N-ET στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί διαπιστώθηκε ότι στην παραδοσιακή εκπαίδευση της χημείας, όσον αφορά το σκεπτικό για το macro-micro, περιορίζεται σε δύο επίπεδα. Στο επίπεδο των φαινομένων που παρατηρούνται άμεσα [macro] και στο επίπεδο των ατόμων και των μορίων [submicro]. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα χάσμα της τάξης των  $10^9$  m, έχοντας ως επακόλουθο τη δημιουργία παρανοήσεων στους μαθητές. Για παράδειγμα, θεωρούν ότι τα μόρια του νερού είναι μπλε. Για την αντιμετώπιση αυτού του χάσματος προτείνεται η εισαγωγή μικρότερων βημάτων μεταξύ του macro και του submicro, τα οποία θα εμπεριέχουν και τη νανοκλίμακα.

Ανάλογες περιπτώσεις υπάρχουν και στα αναλυτικά προγράμματα των ΦΕ (Wiser & Smith 2008, Stevens et al. 2009). Οι Wiser & Smith (2008) υποστηρίζουν ότι χωρίς το νανόκοσμο, οι μαθητές δεν μπορούν να ερμηνεύσουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής που οφείλονται στη νανοκλίμακα, με αποτέλεσμα να τα θεωρούν υπερφυσικά. Για το λόγο αυτό μελετήθηκε το ΑΠΣ της Ελλάδας του Δημοτικού σχολείου και επιβεβαιώθηκε ότι υπάρχει ανάλογο χάσμα. Δηλαδή, εντοπίστηκαν στόχοι που αφορούν το μικρόκοσμο και τον ατομικό κόσμο, αλλά δεν υπήρχε πουθενά αναφορά για το νανόκοσμο.

(Μάνου, Πέικος, Σπύρτου, 2015)

Λόγω του μεγάλου αντίκτυπου που έχει η N-ET σε κλάδους της βιομηχανίας, της υγείας, της ηλεκτρονικής και υλικών, αποτελεί την επόμενη «βιομηχανική επανάσταση». Αυτή η ανάπτυξη ώθησε τους ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών να εκπαιδεύσουν κατάλληλα τους μαθητές στον τομέα της N-ET, καθώς αποτελούν τη γενιά που θα έρθει αντιμέτωπη με τις εφαρμογές της (Jones et al. 2013). (Καζαής κ.α., 2015)

Οι Hutchinson et al (2011) μελέτησαν τα κίνητρα που οδηγούν τους μαθητές να επιθυμούν να μάθουν για τη N-ET, σε συνάρτηση με το φύλο, την υπηκοότητα, την τάξη φοίτησης και τις εμπειρίες τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, όλοι οι μαθητές παρουσίασαν κάποιο ενδιαφέρον για τη νανοτεχνολογία. Η έρευνα των Cheng et al (2014), για το ενδιαφέρον των μαθητών στη νανοτεχνολογία, έδειξε ότι σχετίζεται με το περιεχόμενο της νανοτεχνολογίας, τις χειραπτικές δραστηριότητες και τα πειράματα. Τέλος, τονίζεται ότι η εισαγωγή της N-ET στην εκπαίδευση μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών, λόγω των εντυπωσιακών και «μυστηρίων» φαινομένων που προτείνονται για διερεύνηση (Filipponi & Sutherland, 2010).

(Δρογγίτη, Μάνου, Πέικος, Σπύρτου, 2015)

Η κβαντική φυσική, η θεωρία του χάους και η θεωρία της σχετικότητας έχουν συμβάλλει σημαντικά στη διαμόρφωση της σύγχρονης κοσμοαντίληψης, ωστόσο οι ραγδαίες εξελίξεις που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια σε διάφορους τομείς, όπως στη βιολογία, στο διάστημα, στο περιβάλλον (Σταύρου & Ασημόπουλος 2011), καθιστούν αναγκαία την «ανανέωση» της επιστήμης/τεχνολογίας που μαθαίνουν σήμερα οι μαθητές, καθώς διδάσκονται φαινόμενα και έννοιες παραδοσιακού περιεχομένου, όπως είναι η μηχανική και ο ηλεκτρισμός (Shabajee & Postlethwaite 2000). Για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος, οι τελευταίες έρευνες στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών κατευθύνονται προς τη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων που συμβαδίζουν με τις νέες εξελίξεις. Γι' αυτό, διερευνάται κατά πόσο είναι δυνατόν να συμπεριληφθεί στη διδασκαλία η N-ET, τόσο σε τυπικά όσο και σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης. Προκειμένου να ενσωματωθεί η N-ET στην εκπαίδευση τονίζεται η ανάγκη για επιπλέον έρευνα σε εκπαιδευτικά ζητήματα που προκύπτουν (Hingant & Albe, 2010).

Οργανισμοί όπως ο ΟΟΣΑ υποστηρίζουν ότι τα επόμενα χρόνια δεν θα υπάρχει επαρκής αριθμός εργατικού δυναμικού που θα έχει λάβει εκπαίδευση στον τομέα της N-ET (Palmberg et al. 2009). Λόγω του παραπάνω, οργανισμοί της βιομηχανίας, του εμπορίου και της δημόσιας διοίκησης, επιστήμονες και μηχανικοί, εκπαιδευτικοί, κοινωνιολόγοι, συμφωνούν για την εισαγωγή της N-ET στην υποχρεωτική εκπαίδευση (Sabelli et al. 2005). Αυτό έχει ως επακόλουθο, η Πολιτεία της κάθε χώρας να είναι υπεύθυνη για την «παραγωγή» του απαιτούμενου αριθμού νανοεπιστημόνων και νανοτεχνολόγων για την επιστημονική κοινότητα, τη βιομηχανία και το εμπόριο.

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η N-ET ελκύει τους νέους ανθρώπους λόγω των δυσμενών συνθηκών που επικρατούν σε παγκόσμιο επίπεδο και αφορούν την οικονομία και τα, συνακόλουθα, υψηλά ποσοστά ανεργίας (Lan 2012). Γι' αυτό, οι Foley & Hersam (2006) επισημαίνουν τη σημασία της εκπαίδευσης στη N-ET λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού μεταξύ των χωρών που επενδύουν σε αυτόν τον τομέα.

Ωστόσο, ένα θέμα που έχει προκύψει από τη χρήση των προϊόντων της N-ET σχετίζεται με τις οικονομικές, κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις (Saxton 2007). Οργανισμοί, όπως είναι για παράδειγμα η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, παροτρύνουν την «ανάπτυξη μιας κοινωνίας, στην οποία το κοινό, οι επιστήμονες, οι οικονομικοί παράγοντες και οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής θα πραγματεύονται με ευχέρεια και άνεση θέματα που συνδέονται με τη N-ET...η επιτροπή καλεί τα κράτη-μέλη να αναπτύξουν περαιτέρω τακτικό διάλογο σε θέματα νανοτεχνολογίας και να ενισχύσουν

την εκπαίδευση των καταναλωτών σε πεδία εφαρμογής»(Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2005, σελ. 9-10).

Όσον αφορά την εκπαιδευτική κοινότητα, ερευνητές της Διδακτικής Φ.Ε., δηλώνουν υπέρ της εισαγωγής της N-ET στην υποχρεωτική εκπαίδευση, καθώς έρευνες οι οποίες εξετάζουν τους παράγοντες που ενισχύουν το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φ.Ε., έδειξαν ότι η συσχέτιση του γνωστικού αντικείμενου με την καθημερινή πραγματικότητα των μαθητών έχει θετικό αντίκτυπο στην εκμάθησή του (Brooks & Brooks 1993). Εξάλλου, οι μαθητές χρησιμοποιούν συχνά προϊόντα της N-ET στην καθημερινότητά τους, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα και ο αθλητικός εξοπλισμός, επομένως η πραγματοποίηση μιας διδασκαλίας που θα εστιάζει στις εφαρμογές της είναι πολύ πιθανόν ότι θα οδηγήσει τους μαθητές να αλλάξουν την αντίληψή τους για τις Φ.Ε. και να τις θεωρούν ελκυστικότερες.

Με βάση τα παραπάνω, η εκπαιδευτική κοινότητα στοχεύει να περιορίσει τον αριθμό των μαθητών που στρέφονται σε πεδία εκτός των Φ.Ε., φαινόμενο που έχει λάβει παγκόσμιες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια (Osborne et al. 2003).

(Μάνου & Σπύρτου, 2013)

#### 1.2.4.Ο «πυρήνας» του περιεχομένου της N-ET

Το Εθνικό Κέντρο της Επιστήμης των Η.Π.Α. οργάνωσε έναν κύκλο σεμιναρίων κατά την διάρκεια 2006-2007, με σκοπό τη συμφωνία για τις θεμελιώδεις έννοιες της N-ET, τις οποίες θα πρέπει να κάνουν «κτήμα» τους οι μαθητές, στη διάρκεια της υποχρεωτικής τους εκπαίδευσης, έτσι ώστε να θεωρούνται εγγράμματοι στα αντικείμενα που μελετούν. Αυτές οι έννοιες αποτελούν τις «Μεγάλες ιδέες- Big Ideas» και είναι οι εξής (Stevens et al. 2007):

1) **Μέγεθος και κλίμακα:** Με την εισαγωγή αυτών των κεντρικών εννοιών, οι μαθητές επιδιώκεται να εκτιμούν και να συγκρίνουν τα μεγέθη των αντικειμένων σε όλες τις κλίμακες και όχι μόνο αυτών που ανήκουν μόνο στην μακροκλίμακα ή την μικροκλίμακα.

2) **Δομή της ύλης:** Ο τρόπος που τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους επηρεάζει τη συμπεριφορά των υλικών (π.χ. διαμάντι, γραφίτης, γραφένιο, νανοσωλήνες άνθρακα).

3) **Ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος:** Οι ιδιότητες ενός υλικού (π.χ. χημικές, φυσικές, ηλεκτρικές) μπορούν να μεταβάλλονται ανάλογα με το μέγεθος και τη κλίμακα.

4) **Δυνάμεις και αλληλεπιδράσεις:** Η συμπεριφορά της ύλης καθορίζεται από τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις: τη βαρυτική, την ηλεκτρομαγνητική, την ισχυρή και την ασθενή πυρηνική. Η βαρύτητα υπερτερεί στη μακροκλίμακα, η ηλεκτρομαγνητική στη νανοκλίμακα, και η πυρηνική, που ελέγχει τη διάσπαση ραδιενεργών πυρήνων, στην υπό-ατομική κλίμακα.

5) **Αυτό-οργάνωση (self-assembly):** Αυτό-οργάνωση λέγεται η διαδικασία κατά την οποία δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες ώστε τα άτομα και τα μόρια να σχηματίζουν δομές χωρίς εξωτερική παρέμβαση.

6) **Όργανα και μετρήσεις:** Τα πειραματικά όργανα κατέχουν σημαντική θέση στην εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας. Η ανακάλυψη του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου έδωσε νέα ώθηση στην κατανόηση των φαινομένων που συμβαίνουν σε πολύ μικρές διαστάσεις.

7) **Μοντέλα και προσομοιώσεις:** Τα μοντέλα, γενικά, είναι απλοποιημένες αναπαραστάσεις των αντικειμένων ή των συστημάτων. Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους των νανοσωματιδίων, είναι χρήσιμα για την κατανόηση, την πρόβλεψη και την εξήγηση των φαινομένων νανοκλίμακας.

8) **N-ET και κοινωνικές, ηθικές και νομικές επιπτώσεις:** Η N-ET αναμένεται να επηρεάσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων θετικά αλλά και αρνητικά. Αφενός νέες καινοτόμες λύσεις ανακαλύπτονται για προβλήματα όπως, ποιότητα πόσιμου νερού, αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας και θεραπεία ασθενειών και αφετέρου, προκύπτουν προβληματισμοί για τις πολύπλευρες επιπτώσεις των νέων τεχνολογικών προϊόντων.

9) **Κβαντικά φαινόμενα:** Η ύλη στις πολύ μικρές διαστάσεις συμπεριφέρεται σαν κύμα και σαν σωματίδιο. Στις διαστάσεις νανοκλίμακας, η κυματική φύση της ύλης κυριαρχεί και απαιτείται η κβαντική μηχανική για να εξηγήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των σωματιδίων και της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (π.χ. φως).

(Μάνου & Σπύρτου, 2013)

### 1.3.Εισαγωγή στο νανοπολιτισμό

Όπως έχει γίνει γνωστό, το πεδίο της N-ET αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια, ωστόσο παραδείγματα νανοϋλικών συναντάμε ήδη από τα Μεσαιωνικά χρόνια. Οι τεχνίτες τότε δεν γνώριζαν τα φυσικά φαινόμενα που προκαλούνται σε αυτές τις διαστάσεις, αλλά χρησιμοποιούσαν τα νανοϋλικά εμπειρικά. Κάποια διάσημα παραδείγματα από αρχαία χειροποίητα αντικείμενα που χρησιμοποιούσαν νανοσύνθετα είναι τα εξής: η κούπα του Λυκούργου, το μπλε των Μάγια, το σπαθί της Δαμασκού, τα αρχαία Αττικά αγγεία, τα Βιτρό, οι πορσελάνες της κινέζικης δυναστείας των Qing κ.α. Χάρη στα νανοϋλικά τα αντικείμενα αποκτούσαν ενισχυμένες ιδιότητες, ορισμένες από τις οποίες θα αναλυθούν περαιτέρω στη συνέχεια. Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας σε αυτές τις καταστάσεις που αφορούν την πολιτιστική κληρονομιά αποτελούν το νανοπολιτισμό.

Ένας λόγος για τον οποίον οι ερευνητές της N-ET επιθυμούν να μελετήσουν τα νανοϋλικά είναι επειδή προσπαθούν να τα εφαρμόσουν σε σύγχρονες εφαρμογές. Παραδείγματος χάριν, η N-ET μελετάει τη «νανοσύσταση» του Μελανού Υάλωματος των αρχαίων Αττικών αγγείων προκειμένου να μετατρέψει τα διαστημόπλοια σε πιο ανθεκτικά (Richerson, 2012). Το Μελανό Υάλωμα αποτελούνταν από νανοσωματίδια μαγνητίτη, λόγω των οποίων τα αγγεία αποκτούσαν μεγάλη ανθεκτικότητα και μαύρο γυαλιστερό χρώμα. (Chaviara & Aloupi- Siotis 2016).

(Πετσίβα, Μ., Σπύρτου, Α., Μάνου, Λ., Παπαθανασίου, Ο., 2020)

Υπάρχουν πάρα πολλά είδη νανοσωματιδίων, όπως είναι τα χρυσά, τα αργυρά, τα αλουμίνια, τα νανοσωματίδια άνθρακα, πλαστικού, σιλικόνης και χαλκού, κάποια εκ των οποίων ο άνθρωπος παρήγαγε πριν πολύ καιρό χωρίς να το γνωρίζει. Τα τελευταία χρόνια όμως οι επιστήμονες κατασκευάζουν ηθελημένα κάθε είδους νανοσωματίδια. Τα μεταλλικά νανοσωματίδια μπορούν να δημιουργηθούν και να σταθεροποιηθούν με φυσικές και χημικές μεθόδους, ωστόσο η τελευταία μέθοδος χρησιμοποιείται περισσότερο, όπως είναι για παράδειγμα η χημική σμίκρυνση, ηλεκτροχημικές και φωτοχημικές τεχνικές. Το μέγεθος, η μορφολογία, η σταθερότητα και οι ιδιότητές τους εξαρτώνται από τις πειραματικές συνθήκες.

(Giroday, Turner, 2015)



### 1.3.1. Το μπλε των Μάγια

Οι ερευνητές, εδώ και χρόνια, προσπαθούν να κατανοήσουν τη σύνθεση του μπλε των Μάγια. Αναρωτιούνται πώς κατάφεραν να συνδυάσουν την οργανική χημεία και ορυκτολογία ώστε να δημιουργήσουν το πρώτο μόνιμο οργανικό χρώμα. Παράχθηκε για πρώτη φορά τον 8<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. και λόγω του ελκυστικού τρκουάζ χρώματος και της ανθεκτικότητας χρησιμοποιούνταν σε τοιχογραφίες και κεραμικά. Στις διάσημες τοιχογραφίες των Cacaxtla και Bonampak (εικόνα 3), έχει επιδείξει αξιομνημόνευτη αντοχή, εδώ και χιλιάδες χρόνια, κάτω από συνθήκες υγρασίας.

Ύστερα από αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν ανακαλύφθηκε ότι περιέχει το ορυκτό άργιλο “palygorskite”, ενώ στη συνέχεια, με τη βοήθεια της υπέρυθρης φασματοσκοπίας, αναγνώρισαν και την παρουσία του χρώματος “indigo”. Επομένως, αποτελεί ένα σύμπλεγμα ανάμεσα στον ορυκτό άργιλο και το χρώμα indigo, που προέρχεται από το φυτό “indigofera suffruticosa”. Ωστόσο, το στοιχείο που συντελεί στην ανθεκτικότητα του χρώματος είναι η θέρμανση στους 100 οC.

Όμως, αυτό που προβληματίζε τους ερευνητές ήταν πώς αυτά τα δυο στοιχεία, ο ορυκτός άργιλος “palygorskite” και το χρώμα “indigo”, συνδέονταν μεταξύ τους προκειμένου να παράξουν ένα νέο υλικό με αυτές τις μοναδικές ιδιότητες. Η απάντηση δόθηκε με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας μετάδοσης, καθώς εντοπίστηκαν νανοσωματίδια σιδήρου, τιτάνιου και μαγγανίου, τα οποία πιθανότατα επηρεάζουν το χρώμα.

(Chiari, Giustetto, Druzik, Doehne, Ricchiardi, 2007)

**Εικόνα 3:** Το μπλε των Μάγια στις τοιχογραφίες Βοναμπράκ. Ο ένας καπνίζει, άλλοι ίσως να τραγουδούν.



**Πηγή:** <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/RESv42n1ms20167568?journalCode=res>

### 1.3.2. Η κούπα του Λυκούργου

Το 1958 το Βρετανικό μουσείο απέκτησε ένα αρχαίο δισκοπότηρο, την Κούπα του Λυκούργου, η οποία χρονολογείται περίπου στον τέταρτο αιώνα μ.Χ. και ονομάστηκε έτσι επειδή απεικονίζει το θρίαμβο του Διόνυσου προς το βασιλιά Λυκούργο της Θράκης. Το πιο αξιομνημόνευτο χαρακτηριστικό της Κούπας είναι το χρώμα της. Το γυαλί της είναι διχρωμικό. Όταν φωτίζεται από έξω έχει γαλαζοπράσινο χρώμα, ενώ όταν φωτίζεται από μέσα παίρνει κόκκινο χρώμα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 4.

Η πρώτη λεπτομερής μελέτη έγινε το 1950, οπότε και εξετάστηκε ύστερα από την απαίτηση του Λόρδου Rothschild, από τους Harden και Toynbee, οι οποίοι κατέληξαν στο οριστικό τους άρθρο στην «Archaeologia» το 1959. Λόγω του εξαιρετικά ασυνήθιστου χρώμα και των οπτικών ιδιοτήτων που είχε, αρχικά, υπήρχε μια αμφιβολία για το αν ήταν φτιαγμένη από γυαλί, καθώς οι υαλοουργοί της εποχής δεν κατείχαν την τεχνική γνώση που ήταν απαραίτητη. Τελικά ο Dr G. F. Claringbull, συμπέρανε ότι ήταν φτιαγμένη από γυαλί, όπως και επιβεβαιώθηκε αργότερα, το 1959, μέσω της X-ray περίθλασης.

Το 1959 το Βρετανικό Μουσείο έστειλε δείγμα στα ερευνητικά εργαστήρια της General Electric Company Ltd (GEC) ώστε να εξακριβώσουν τη χρωστική ουσία με τη βοήθεια της μικροανάλυσης. Ο B.S. Cooper στο GEC υποστήριξε ότι οι ποσότητες χρυσού, ασημιού και άλλων στοιχείων, σε επίπεδο νανοκλίμακας, ίσως είναι υπεύθυνες για το σύνθετο χρώμα. Επίσης, υπήρχε η υπόθεση ότι τα μοναδικά οπτικά χαρακτηριστικά του γυαλιού ίσως συνδέονταν με την παρουσία κολλοειδών μετάλλων στο γυαλί. Η απλή προσθήκη νανοσωματιδίων χρυσού και ασημιού δεν παράγει τις μοναδικές οπτικές ιδιότητες. Καθοριστικό παράγοντα αποτελεί ο σχηματισμός υπομικροσκοπικών κρυστάλλων ή τα κολλοειδή των μετάλλων, τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο της διάθλασης του φωτός και οδηγούν στο διχρωμικό αποτέλεσμα. Τόσο τα χρυσά όσο και τα ασημένια νανοσωματίδια συμβάλλουν στη δημιουργία του χρώματος, με τα χρυσά να είναι, κυρίως, υπεύθυνα για το κόκκινο χρώμα, ενώ τα ασημένια για την πράσινη απόχρωση.

(Freestone, Meeks, Sax, Higgitt, 2007)

**Εικόνα 4:** Η κούπα του Λυκούργου. Όταν φωτίζεται από έξω παίρνει γαλαζοπράσινο χρώμα, ενώ όταν φωτίζεται από μέσα παίρνει κόκκινο χρώμα.



**Πηγή:**<https://www.amusingplanet.com/2016/12/lycurgus-cup-piece-of-ancient-roman.html>

### 1.3.3.Αττικά Αγγεία

Οι πρώτες γυαλιστερές επικαλύψεις αγγείων που έφτιαξαν οι Έλληνες τεχνίτες ήταν μαύρες και χρησιμοποιούνταν τον 7<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. για την κατασκευή των κεραμικών με τις μαύρες φιγούρες, ένα από αυτά τα αγγεία εμφανίζεται στην εικόνα 5. Προκειμένου να τα διακοσμήσουν ακολουθούσαν μια υγρή προετοιμασία του πηλού που έπαιρνε μαύρο χρώμα με το ψήσιμο, ενώ το υπόλοιπο κομμάτι γινόταν κόκκινο. Προς το τέλος του ψησίματος δημιουργούσαν την κατάλληλη θερμοκρασία ώστε να είναι αρκετά υψηλή για να γυαλίσει τη βαμμένη επιφάνεια, αλλά ταυτόχρονα αρκετά χαμηλή για να μη γυαλίσει και την άβαφη επιφάνεια. Στο πέρασμα των χρόνων ανακαλύφθηκαν και άλλες τεχνικές, ενώ σύμφωνα με νεότερες έρευνες υποστηρίζεται ότι η διαδικασία μάλλον ήταν πιο περίπλοκη από ό,τι πιστεύεται μέχρι στιγμής.

Με τη βοήθεια της ηλεκτρονικής μικροσκοπίας μετάδοσης (transmission electron microscopy) τα αγγεία μελετήθηκαν αναλυτικότερα και παρατηρήθηκε ότι αποτελούνται από γυάλινο πυρήνα, ο οποίος περιέχει ναοκρυστάλλους που δίνουν το γυαλιστερό μαύρο χρώμα και είναι υπεύθυνα για την ανθεκτικότητά τους.

(Dillmann, Bellot-Gurlet, Nenner, 2016)



**Εικόνα 5:** Αττικό μελανόμορφο αγγείο. Απεικονίζει τον Αχιλλέα και τον Αϊάντα να παίζουν πεσσούς. Χρονολογείται στο 530 π.Χ.

#### 1.3.4.Βιτρό

Ο όρος «νανοτεχνολογία» έγινε δημοφιλής τις δεκαετίες του 1970 και 1980, όμως η χρήση αντικειμένων σε μέγεθος νανοκλίμακας υπάρχουν εδώ και αιώνες, όπως έχει ειπωθεί προηγουμένως. Πριν χιλιάδες χρόνια, οι επιστήμονες χρησιμοποιούσαν τις ιδιότητές τους για να κατασκευάσουν, χωρίς ωστόσο να έχουν επίγνωση του νανόκοσμου. Μόλις τα τελευταία χρόνια έχουν βρεθεί νανοσωματίδια σε τεχνουργήματα του 16<sup>ου</sup> και 17<sup>ου</sup> αιώνα, τα οποία συνέβαλλαν στη σύγχρονη έρευνα.

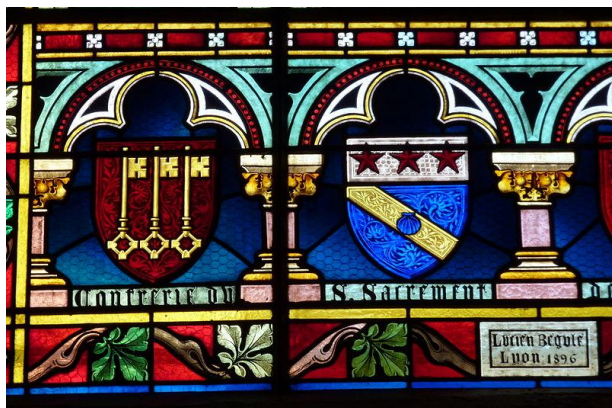
Οι τεχνίτες του Μεσαίωνα ανακάλυψαν, μέσω του αλχημικού πειραματισμού, ότι η προσθήκη γλωριδίου χρυσού σε λιωμένο γυαλί έδινε μια κόκκινη απόχρωση, και η προσθήκη ασημένιου νιτρικού άλατος μετέτρεπε το γυαλί σε κίτρινο. Η τεχνική έφτασε στην αποκορύφωσή της κατά τη διάρκεια του 16<sup>ου</sup>-18<sup>ου</sup> αιώνα και οι υαλουργοί τη χρησιμοποίησαν για να δημιουργήσουν εντυπωσιακά παράθυρα με χρωματιστό γυαλί (εικόνα 6). Πρόσφατα, οι επιστήμονες ανέλυσαν το χρωματιστό γυαλί και ανακάλυψαν ότι η τεχνική αυτή, που πιθανόν να ξεκίνησε το 10<sup>ο</sup> αιώνα, λειτουργούσε χάρη στη νανοτεχνολογία.

(Chan, 2016)

Ερευνητές της N-ET ανακάλυψαν ότι στον πυρήνα του υλικού του γυαλιού των βιτρό βρίσκονταν διάσπαρτα νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου, τα οποία έδιναν διαφορετικά χρώματα ανάλογα με το μέγεθος των νανοσωματιδίων, για παράδειγμα τα σφαιρικά νανοσωματίδια χρυσού μεγέθους 100nm φαίνονται πορτοκαλί, ενώ στα 50nm είναι πράσινα. Από την άλλη, νανοσωματίδια αργύρου διαμέτρου 90nm δίνουν ανοιχτό μπλε χρώμα, ενώ όταν έχουν μέγεθος 40nm φαίνονται σκούρα μπλε (Εικόνα 6). Εκτός από το έντονο χρώμα των τζαμιών, τα νανοσωματίδια που περιέχονται στο γυαλί συμβάλλουν και στον καθαρισμό του αέρα στο ναό μέσω της πρόκλησης φωτοκατάλυσης.

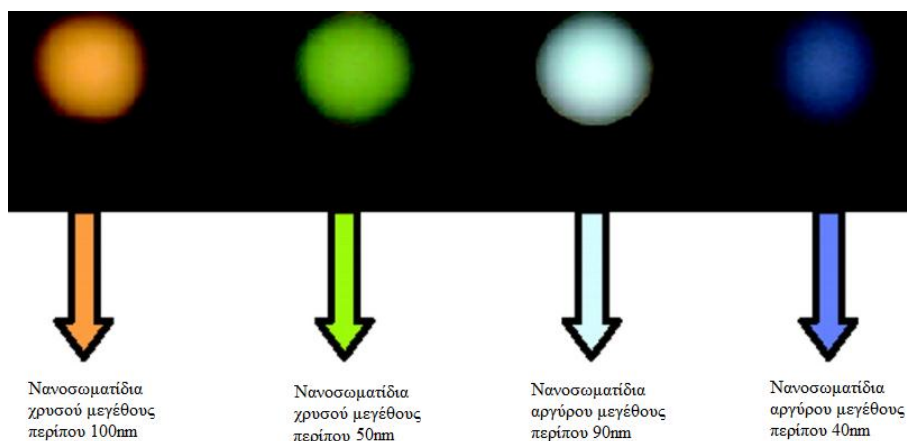
(Πετσίβα, Σπύρτου, Μάνου, Παπαθανασίου, 2020• Πέικος, 2016)

**Εικόνα 6:** Παράθυρο του 19<sup>ου</sup> αιώνα, απεικονίζει την ποικιλία χρωμάτων που εξαρτώνται από το μέγεθος των μεταλλικών νανοσωματιδίων.



Πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Stained\\_glass](https://en.wikipedia.org/wiki/Stained_glass)

**Εικόνα 7:** Εξάρτηση του χρώματος που παράγουν νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου από το χρώμα (Από Jin et al. 2001)





### *1.3.5. Επιχειρήματα για την επιδίωξη του επιστημονικού εγγραμματισμού στο επίπεδο του πολιτισμού*

Τα επιχειρήματα για την εκπαίδευση των πολιτών στον επιστημονικό εγγραμματισμό συνοψίζονται σε δυο θεωρήσεις, τη μακροσκοπική, από τη σκοπιά της κοινωνίας, και τη μικροσκοπική, από τη σκοπιά του ατόμου (Shamow 1996).

Στο πλαίσιο της μακροσκοπικής θεώρησης, ο επιστημονικός εγγραμματισμός συνδέεται με την οικονομική ευμάρεια του κράτους, την υποστήριξη της επιστημονικής έρευνας, τις προσδοκίες του κοινού από την επιστήμη και το δικαίωμα των πολιτών να επηρεάζουν τις πολιτικές αποφάσεις για την επιστήμη. Αυτό που δεν πρέπει να ξεχνάμε όμως, είναι ότι ο επιστημονικός εγγραμματισμός συνδέεται και με την αλληλεπίδραση με την κοινωνία. Συναντάται συχνά η αντίληψη ότι η επιστήμη σχετίζεται με την εξειδίκευση και την τεχνοκρατία και, επομένως, δεν έχει σχέση με την κοινωνική ζωή και τον πολιτισμό. Έτσι, οι πολίτες αισθάνονται αμηχανία και φόβο όταν έρχονται αντιμέτωποι με την επιστήμη, επειδή νιώθουν ότι δεν την κατανοούν. Αν όμως οι πολίτες αρχίσουν να καταλαβαίνουν τη φύση της επιστήμης και της τεχνολογίας, τότε θα αντιληφθούν τη σχέση της με τον πολιτισμό.

Από την άλλη μεριά, στη μικροσκοπική θεώρηση, ο επιστημονικός εγγραμματισμός συμβάλλει στη συμμετοχή του ατόμου σε μια κοινωνία που βασικοί «πυλώνες» της είναι η επιστήμη και η τεχνολογία, καθώς μπορεί να διαχειριστεί θέματα σχετικά με την επιστήμη και την τεχνολογία που συναντώνται στην καθημερινότητα. Ακόμη, σημειώνονται νοητικά, αισθητικά και ηθικά πλεονεκτήματα για το άτομο καθώς η κατάλληλη ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης οδήγησε στην κατανόηση της φύσης και των εσωτερικών της δομών. Επομένως, έχει σημαντική συμβολή στον ανθρώπινο πολιτισμό, τον οποίο αλλάζει διαρκώς.

Εξάλλου, ο επιστημονικός εγγραμματισμός πρέπει να αφορά όλους τους μαθητές και όχι μόνο τη μερίδα των μαθητών που προετοιμάζονται για επιστήμονες και τεχνολογικά επαγγέλματα. Ο καθένας χρειάζεται να αποκτήσει ένα επίπεδο επιστημονικού εγγραμματισμού για να μην αισθάνεται περιθωριοποιημένος από την κοινωνία, να λειτουργεί αποτελεσματικά σε αυτήν και να σέβεται το φυσικό κόσμο που τον περιβάλλει.

(Χαλκιά, 2012)



Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού δεν είναι σταθερή, αλλά αλλάζει συνεχώς, ανάλογα με τις κοινωνικές, ιδεολογικές, και πολιτικές συνθήκες του κάθε τόπου και της κάθε εποχής. Γι' αυτό, οι σκοποί της διδασκαλίας των Φ.Ε. δεν πρέπει να επικεντρώνονται μόνο σε θέματα που είναι απόμακρα από τους απλούς πολίτες, αλλά και σε θέματα που τους αφορούν άμεσα. Κάποια από αυτά είναι τα εξής: Φ.Ε. και πολιτισμός, Φ.Ε. και καθημερινή ζωή, Φ.Ε. και κοινωνία, Φ.Ε. και αισθητική απόλαυση.

Ειδικότερα, όσον αφορά τις Φ.Ε. και τον πολιτισμό, οι πρώτες κατέχουν μια θέση στο αναλυτικό πρόγραμμα καθώς αποτελούν σημαντική συνιστώσα της πνευματικής μας κληρονομιάς. Συνιστούν αναπόσπαστο κομμάτι της πολιτισμικής μας εμπειρίας και χρειάζεται να περάσει στις επόμενες γενιές. Μέχρι τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, η διδασκαλία των Φ.Ε. υποστήριζε ότι ένας καλά πληροφορημένος και μορφωμένος άνθρωπος πρέπει να γνωρίζει τους νόμους που ρυθμίζουν το φυσικό κόσμο, τον «επιστημονικό τρόπο σκέψης», και να είναι σε θέση να διακρίνει την επίδραση που έχουν οι Φ.Ε. στην κοινωνία. Η πολιτισμική διάσταση των Φ.Ε. χρειάζεται να προβάλλεται μέσα από τη διδασκαλία της εξέλιξης των επιστημονικών ιδεών και των τάσεων που επικρατούν σήμερα στην επιστήμη.

Σχετικά με τη σύνδεση των Φ.Ε. με την καθημερινότητα, ο κάθε άνθρωπος οφείλει να γνωρίζει πώς λειτουργεί ο κόσμος. Οι έννοιες και οι αρχές των Φ.Ε. πρέπει να επιλέγονται και να διδάσκονται με τρόπο που οι μαθητές να κατανοούν τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή.

Οι Φ.Ε. είναι σε άμεση συνάρτηση με την κοινωνία καθώς η επιτυχία της αντανακλάται στη δημιουργία υπεύθυνων πολιτών που είναι πρόθυμοι να συμμετέχουν ενεργά σε αυτήν. Οπότε, χρειάζεται να μεριμνήσει για τη σωστή πληροφόρηση των πολιτών αναφορικά με θέματα που συνδέουν την επιστήμη με την κοινωνία, ώστε να είναι σε θέση να δημιουργούν τη δική τους άποψη για «ευαίσθητα» ζητήματα, όπως είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη, διερευνώντας οι ίδιοι τις καταστάσεις και ασκώντας επίδραση στις πολιτικές αποφάσεις.

Τέλος, ο φυσικός κόσμος αποτελεί αισθητική απόλαυση καθώς ασκεί γοητεία και η γνώση του προκαλεί αισθητική συγκίνηση στους ανθρώπους. Μέσα από τη διδασκαλία των Φ.Ε., οι μαθητές είναι απαραίτητο να διδάσκονται και φυσική ιστορία, προκειμένου να αντιληφθούν την εντυπωσιακά σύνθετη συμπεριφορά των ζώων, τη φυσική ομορφιά των γεωλογικών σχηματισμών, όπως επίσης και τα ασύλληπτα μυστήρια του μικρόκοσμου και του μακρόκοσμου. Σε αντίθεση με σήμερα, οι

φυσιογνωστικές σπουδές ήταν συνηθέστερες κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα. Τότε, η διδασκαλία των Φ.Ε. συνήθως παρουσίαζε τις Φ.Ε. ως αναζήτηση της αλήθειας και της ομορφιάς της φύσης.

(Χαλκιά, 2012)

### 1.3.6. Έρευνες σχετικά με τη Διδακτική του νανοπολιτισμού

Οι Πετσίβα, Σπύρτου, Μάνου, Παπαθανασίου (2020) πραγματοποίησαν μια έρευνα για το σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού υλικού σχετικά με τα Αναγεννησιακά βιτρό, σε εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, στα πλαίσια του προγράμματος ERASMUS+. Ακόμη, παρουσίασαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τα ζητήματα εφαρμοσιμότητας του υλικού σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Το εκπαιδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε είχε ως στόχο να κατανοήσουν οι μαθητές ότι: α) τα νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου παρουσιάζουν διαφορετική συμπεριφορά στην κλίμακα του νάνο, β) οι Φ.Ε. συνδέονται με την τέχνη και γ) η N-ET έχει χρησιμοποιηθεί από το Μεσαίωνα, παρόλο που οι τεχνίτες των βιτρό δεν τη γνώριζαν.

Αρχικά, ασχολήθηκαν με το φαινόμενο του λωτού προκειμένου να αναδειχθεί ο μακρόκοσμος, ο μικρόκοσμος και ο νανόκοσμος, ενώ έγινε και εισαγωγή του όρου «νανοπροεξοχές» μέσω ενός animation. Στόχος ήταν οι συμμετέχοντες να ανακαλύψουν το νανόκοσμο και πώς αυτός επηρεάζει την καθημερινή ζωή.

Στη συνέχεια, παρακολούθησαν δύο βίντεο για τη σχέση της N-ET και των χρωμάτων που χρησιμοποιούσαν οι τεχνίτες των βιτρό. Ακόμη, χρησιμοποίησαν κατασκευές από χαρτόνι ώστε να γίνουν διακριτές οι αναλογίες ανάμεσα στη νανοπροεξοχή του λωτού και στα νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου των βιτρό, ενώ παρουσιάστηκαν τα διαφορετικά χρώματα των κolloειδών διαλυμάτων του χρυσού και του αργύρου σε σχέση με το μέγεθός τους (εικόνα 8). Μόλις τελείωσαν έγινε συζήτηση για το αν είναι εφικτό να κατασκευαστεί ένα «βιτρό» από την πλευρά των μαθητών προκειμένου να εφαρμόσουν τη νέα γνώση στο πλαίσιο της τέχνης (εικόνα 9). Στόχος ήταν η μελέτη και η συζήτηση της σχέσης μεταξύ της N-ET και των βιτρό της Αναγέννησης.

Όσον αφορά τις απόψεις των εκπαιδευτικών για το εάν θα εφαρμόζαν τις δραστηριότητες αυτές στις τάξεις τους, φάνηκαν να ενθουσιάστηκαν και να είναι διατεθειμένοι να τις εφαρμόσουν και οι ίδιοι. Παρακάτω βλέπουμε ενδεικτικά κάποιες απαντήσεις τους:

Εκπαιδευτικός 3-Ρουμανία: «Πολύ ενδιαφέρουσα και πρωτότυπη παρουσίαση».

Εκπαιδευτικός 1-Βουλγαρία: «Θετικό το γεγονός πως χρησιμοποιώντας απλά υλικά τα παιδιά εισάγονται σε έννοιες επιστημονικές»

**Εικόνα 8:** Διαφορετικού μεγέθους νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα.



**Εικόνα 9:** Κομμάτια «βιτρό» για σύνδεση της τέχνης με τη Ν-ΕΤ.



Μια άλλη έρευνα πραγματοποιήσαν οι Andina, Rahmawati και Budi (2019), με σκοπό να αναπτύξουν την εννοιολογική κατανόηση εκπαιδευόμενων δασκάλων χημείας για τη νανοτεχνολογία, μέσω του μοντέλου 8E learning cycle. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια ενός εξαμήνου σε μάθημα νανοεπιστήμης και νανοτεχνολογίας στο τμήμα χημείας στο Universitas Negeri Jakarta, στην Ινδονησία.

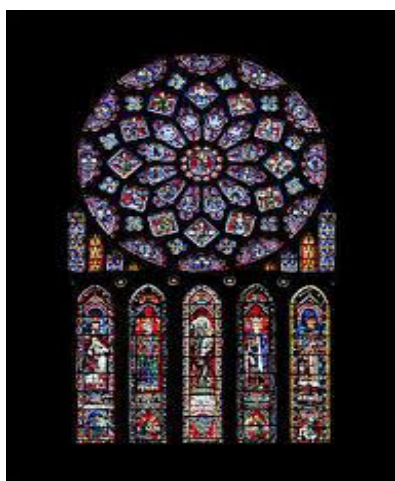
Οι ερευνητές διεξήγαγαν μια αρχική έρευνα για το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των χημικών, ρωτώντας βασικά θέματα χημείας μέσω συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι είχαν χαμηλή κατανόηση για θέματα της N-ET. Οι ελλείψεις οφείλονται στο γεγονός ότι αδυνατούν να συνδέσουν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους για να εξηγήσουν και να κατανοήσουν τη νανοεπιστήμη. Για την αντιμετώπιση αυτής της αδυναμίας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα 8E learning cycle στο μάθημα της N-ET, το οποίο περιλαμβάνει οκτώ στάδια: παρακίνηση του ενδιαφέροντος, εξερεύνηση, ηλεκτρονική αναζήτηση, ανάλυση, συζήτηση, επέκταση, αξιολόγηση και εξήγηση (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1:** Τα στάδια στο μοντέλο 8E learning cycle

Στους φοιτητές δόθηκε ένα φύλλο εργασίας που περιλάμβανε θέματα, έννοιες και ερωτήσεις προκειμένου να παρουσιάσουν την κατανόησή τους. Ένα από τα θέματα που δόθηκαν αφορούσε τις μοναδικές ιδιότητες των νανοϋλικών και συγκεκριμένα, τις διαφορετικές ιδιότητες που αποκτούν τα νανοσωματίδια χρυσού (και αργύρου) ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση του χρωματιστού γυαλιού Rosace Nord, το χρώμα του οποίου οφείλεται στα νανοσωματίδια, όπως σημειώνεται στην εικόνα 10. Ωστόσο, οι ιδιότητές τους επεκτείνονται και σε άλλους τομείς, πέρα από το χρώμα, όπως είναι η αντιδραστικότητα και η επιλεκτικότητα, και βρίσκουν χρήση στην ιατρική.

**Εικόνα 10:** Το χρωματιστό γυαλί Rosace στον καθεδρικό ναό της πόλης Σαρτρ (Chartre) στη Γαλλία. Τα διαφορετικά χρώματα εξαρτώνται από το μέγεθος και το σχήμα των νανοσωματιδίων.



Κόκκινο: Άργυρος (~ 100 nm, τρίγωνο)
Κίτρινο: Χρυσός (~ 100 nm, σφαίρα)
Πράσινο: Χρυσός (~ 50 nm, σφαίρα)
Ανοιχτό μπλε: Άργυρος (~ 90 nm, σφαίρα)
Μπλε: Άργυρος (~ 40 nm, σφαίρα)

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες κατανόησαν τα μοναδικά χαρακτηριστικά των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των νανοϋλικών, πράγμα που τους βοήθησε και στη διδακτική τους επάρκεια στη Ν-ΕΤ, ως μελλοντικοί εκπαιδευτικοί που είναι. Ακόμη, ασχολήθηκαν με πρόσφατα θέματα της Ν-ΕΤ, συγκεκριμένα με εφαρμογές που σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις διαφορετικές ιδιότητες που αναπτύσσουν τα υλικά στο νανόκοσμο, οι οποίες δεν είναι δυνατόν να διεξαχθούν στη μακροκλίμακα. Παραδείγματος χάριν, τα χρώματα των χρυσών νανοσωματιδίων σε σύγκριση με το χονδρικό χρυσό.

### 1.3.7. Συμπεράσματα

Με βάση τις έρευνες που περιγράφηκαν παραπάνω, παρατηρείται ότι οι μαθητές δεν γνωρίζουν τις διαστάσεις του νανόκοσμου και δεν μπορούν να ταξινομήσουν τα αντικείμενα στο μακρόκοσμο, μικρόκοσμο και νανόκοσμο ανάλογα με το μέγεθός τους. Έτσι, τα εκπαιδευτικά προγράμματα μέχρι στιγμής εστιάζουν στις Μεγάλες Ιδέες που αφορούν το μέγεθος και την κλίμακα, παραδείγματος χάριν αξιοποιώντας το φαινόμενο του λωτού έγινε εισαγωγή στο μακρόκοσμο, μικρόκοσμο και νανόκοσμο, αλλά και στις ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος, για παράδειγμα διαφορές που παρατηρούνται στα χρώματα των χρυσών νανοσωματιδίων σε σύγκριση με το χονδρικό χρυσό.

Ο λόγος που πιθανόν επιλέγουν να εστιάζουν σε αυτές τις Μεγάλες Ιδέες είναι επειδή αποτελούν βασικό στοιχείο για την κατανόηση του ασυνήθιστου κόσμου της Ν-ΕΤ. Η Ν-ΕΤ αποτελεί ένα καινούριο πεδίο, στα όρια του οποίου παρατηρούνται ενέργειες που φαντάζουν υπερφυσικές στα άλλα δύο «οικεία» πεδία, το μακρόκοσμο και το μικρόκοσμο. Επομένως, είναι σημαντικό τα άτομα να έχουν επίγνωση σε ποιες διαστάσεις κυμαίνεται ο νανόκοσμος προκειμένου να είναι σε θέση να κατατάξουν σωστά τα αντικείμενα και να ερμηνεύουν τα διάφορα φαινόμενα, βασισμένοι στις ιδιότητες που εξαρτώνται από το μέγεθος.

Όσον αφορά το κομμάτι του νανοπολιτισμού έχουν διεξαχθεί ελάχιστες έρευνες. Η μία από αυτές αφορούσε ομάδα φοιτητών σε τμήμα Χημείας στην Ινδονησία, στην οποία όμως έγινε μια μικρή αναφορά στο νανοπολιτισμό. Η άλλη έρευνα πραγματοποιήθηκε από Έλληνες ερευνητές, ωστόσο απευθυνόταν σε εκπαιδευτικούς διαφόρων χωρών που είχαν λάβει μέρος στο πρόγραμμα ERASMUS+. Επομένως, στη βιβλιογραφία δεν υπάρχει πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό για το κομμάτι του νανοπολιτισμού τόσο για την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όσο και για τις υπόλοιπες βαθμίδες εκπαίδευσης. Έτσι, αποφασίστηκε να σχεδιαστούν δραστηριότητες που θα εισάγουν το νανοπολιτισμό σε παιδιά που φοιτούν σε Δημοτικό σχολείο. Το υλικό αυτό θα αξιολογηθεί από εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης προκειμένου να σημειωθεί η καταλληλότητά του για εφαρμογή στο Δημοτικό σχολείο.

## 2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. Ερευνητικά Ερωτήματα

Με βάση τα συμπεράσματα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας φάνηκε η αξία της εισαγωγής του ναυοπολιτισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ωστόσο, η βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε το έλλειμμα εκπαιδευτικού υλικού με θέμα το ναυοπολιτισμό για το Δημοτικό Σχολείο.

Η παρούσα εργασία, επικεντρώνεται στον σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού υλικού, η εφαρμογή του οποίου θα έχει ως γενικότερο στόχο να αντιληφθούν οι μαθητές τη σχέση της Νανοτεχνολογίας με τα επιτεύγματα αρχαίων πολιτισμών. Σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού υλικού, διαδραματίζουν οι απόψεις των εν ενεργεία εκπαιδευτικών, όσο αφορά γενικότερα ζητήματα που αφορούν την εφαρμοσιμότητα του εν λόγω υλικού.

Ως εκ τούτου το ερευνητικό ερώτημα ήταν:

*«Πώς αξιολογούν οι εκπαιδευτικοί της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ένα εκπαιδευτικό υλικό με θέμα το ναυοπολιτισμό στο Δημοτικό σχολείο;».*

Ειδικότερα, το επίκεντρο είναι να αναδειχθούν οι επισημάνσεις (διορθώσεις, παραλείψεις, αλλαγές, συμπληρώσεις κτλ) των εν ενεργεία εκπαιδευτικών Α/θμιας εκπαίδευσης, ώστε το εκπαιδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε (βλ. ενότητα αμέσως παρακάτω) να καταστεί κατάλληλο για μαθητές του Δημοτικού Σχολείου.

### 2.2. Σχεδιασμός και Περιγραφή Εκπαιδευτικού Υλικού

Για το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού, η ερευνήτρια της εργασίας αυτής συνεργάστηκε με άλλους δύο ερευνητές της διδακτικής της ναυοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο. Οι τρεις ερευνητές συζήτησαν μεταξύ τους, σε εξ αποστάσεως συναντήσεις, ώστε να σχεδιαστεί το εκπαιδευτικό υλικό με θέμα το ναυοπολιτισμό για μικρές τάξεις του Δημοτικού σχολείου.

Η ιστορία που προέκυψε, και περιγράφεται παρακάτω, είναι πρωτότυπη και βασίστηκε στη μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τα επιτεύγματα των αρχαίων χρόνων, στα οποία ενσωματώνονταν ναυοσωματίδια. Η ιστορία αυτή δημιουργήθηκε με στόχο οι μαθητές να:

- Αντιληφθούν την αξία γνώσης του ναυοπολιτισμού στην καθημερινή ζωή.



•Κατανοήσουν τη σημασία του μεγέθους στην αλλαγή του χρώματος των νανοσωματιδίων.

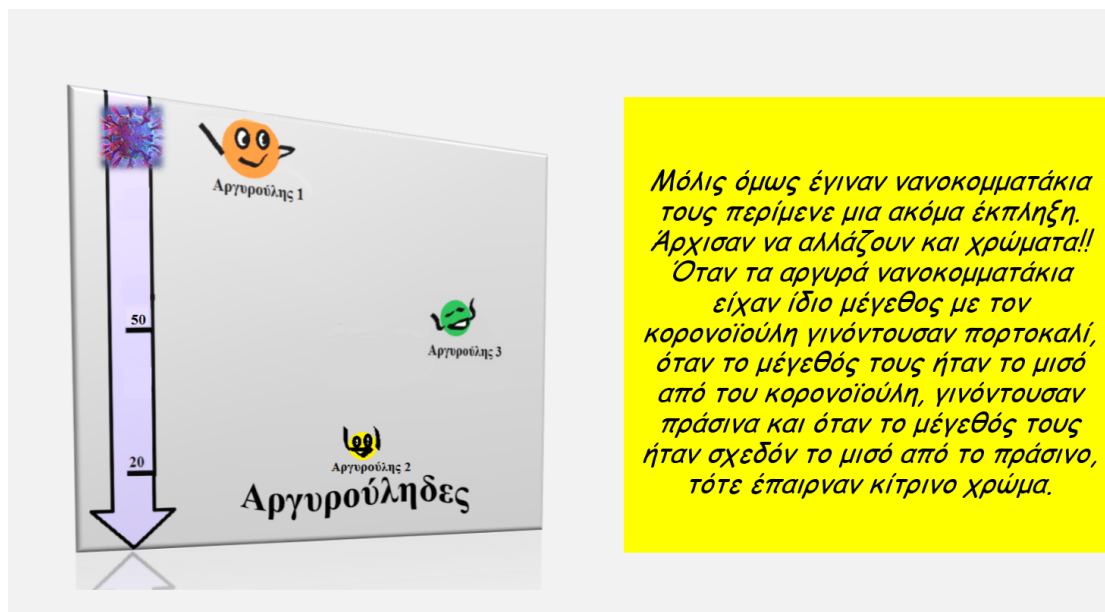
Συγκεκριμένα, το εκπαιδευτικό υλικό (βλ. Παράρτημα) δημιουργήθηκε για εφαρμογή στη Β΄ Δημοτικού. Πρόκειται για μία ιστορία συνοδευόμενη από δραστηριότητες. Ο τίτλος της ιστορίας είναι «*Τα νανοκομματάκια και οι κρυφές ταυτότητές τους*», και αναφέρεται στο πώς η αλλαγή μεγέθους των νανοσωματιδίων επηρεάζει και το χρώμα των διαλυμάτων στα οποία περιέχονται και πώς η αλλαγή αυτή χρησιμοποιείται στην βαφή των γυαλιών στα τζάμια ενός βιτρό. Πρωταγωνιστές της ιστορίας είναι δύο παιδιά, ο Λουκάς και η Μιχαέλα, τα οποία συζητούν ώστε να «ανακαλύψουν» τα νανοκομματάκια στα βιτρό (εικόνα 11). Τα νανοσωματίδια που συμπεριλήφθηκαν στην ιστορία ήταν χρυσού και αργύρου, στα οποία δόθηκαν, για χάρη της ιστορίας, ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά (π.χ. είχαν ονόματα, μιλούσαν και έπαιζαν μεταξύ τους κτλ.) (Εικόνα 12). Τα κομμάτια αυτών των υλικών σμίκρυναν μέχρι να αποκτήσουν μεγέθη στα όρια της νανοκλίμακας. Εκεί, έκπληκτα ανακαλύπτουν ότι το αρχικό τους χρώμα αλλάζει και γίνεται εξαρτώμενο από το μέγεθός τους (Εικόνα 13 και 14). Τα χρώματα που παίρνει ο άργυρος και ο χρυσός, είναι αυτά που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική επισκόπηση του επιστημονικού περιεχομένου (βλ. υποενότητα 1.3.4).



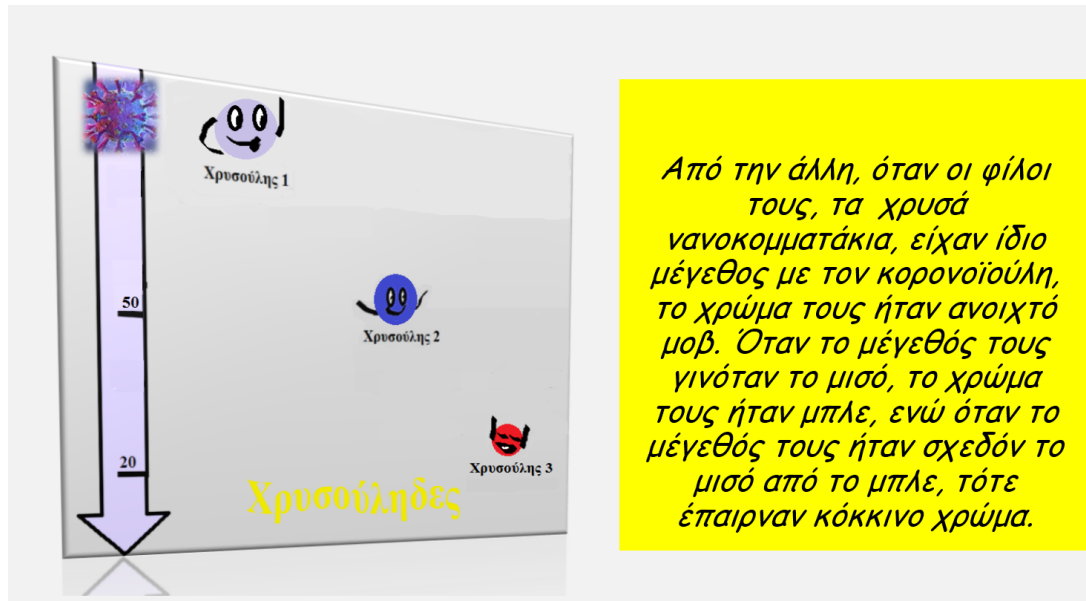
**Εικόνα 11:** Εικόνα της ιστορίας με την οποία έγινε η εισαγωγή στα βιτρό.



**Εικόνα 12:** Εικόνες των κομματιών αργύρου και χρυσού που συμπεριλήφθηκαν στην ιστορία.

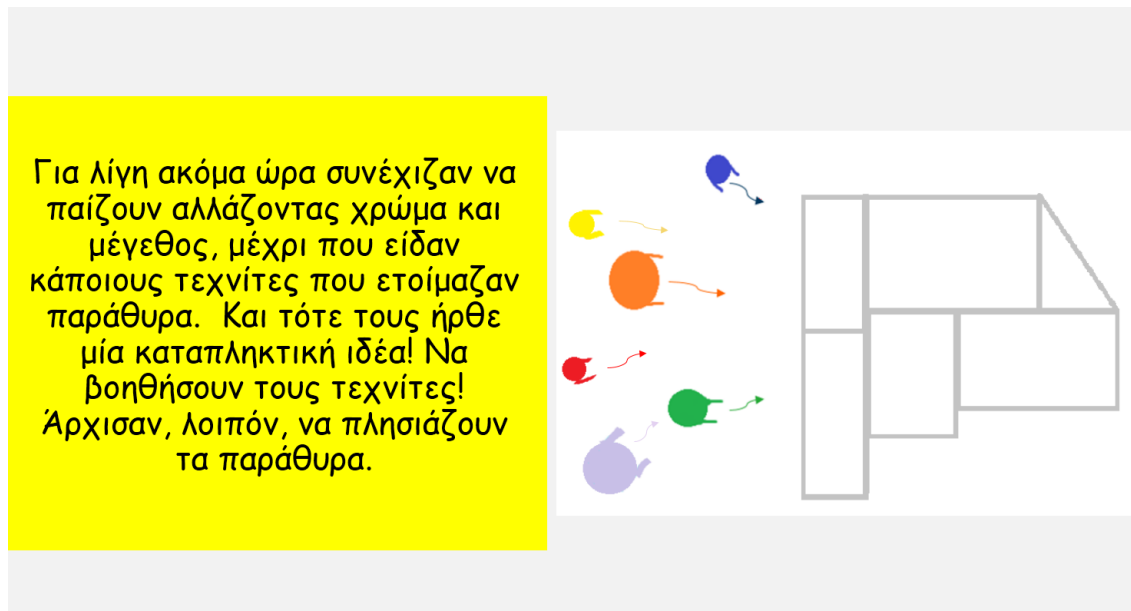


**Εικόνα 13:** Αναπαράσταση της αλλαγής χρώματος του αργύρου στη νανοκλίμακα, όπως σχεδιάστηκε στην ιστορία.



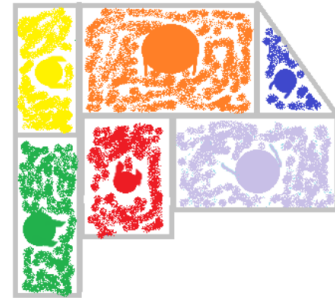
**Εικόνα 14:** Αναπαράσταση της αλλαγής χρώματος του χρυσού στη νανοκλίμακα, όπως σχεδιάστηκε στην ιστορία.

Η ιστορία ολοκληρώνεται με την ενσωμάτωση των νανοκομματιών στα τζάμια των βιτρό, ώστε αυτά να αποκτήσουν το ανάλογο χρώμα, με βάση το μέγεθός τους (Εικόνα 15 και 16).



**Εικόνα 15:** Είσοδος των νανοκομματιών αργύρου και χρυσού στα τζάμια των βιτρό, όπως αναπαραστάθηκε στην ιστορία.

Έτσι, ο Χρυσούλης 2 και 3  
μπήκαν στα τζάμια και αυτά  
άρχισαν να παίρνουν μπλε και  
κόκκινο χρώμα. Βλέποντας ο  
Χρυσούλης 1 τους φίλους του  
που το διασκεδάζαν αποφάσισε  
να κάνει το ίδιο. Και δεν το  
μετάνιωσε, τα υπόλοιπα  
νανοκομματάκια είχαν δίκιο!



**Εικόνα 16:** Τα χρωματιστά τζάμια των βιτρό μετά την ενσωμάτωση από τα χρυσά και αργυρά νανοκομματάκια.

Η ιστορία συνοδευόταν από τρεις προτεινόμενες δραστηριότητες για μαθητές της Β΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου. Η πρώτη δραστηριότητα αφορούσε συζήτηση στην ολομέλεια επί ερωτήσεων σχετικά με την αξία γνώσης της Ν-ΕΤ σε θέματα πολιτισμού (Πίνακας 1). Επιπρόσθετα, σχεδιάστηκε μία δραστηριότητα ώστε οι μαθητές να αναπαραστήσουν με πλαστελίνη των αντίστοιχων χρωμάτων τα νανοσωματίδια χρυσού και αργύρου. Κλείνοντας, η τελευταία δραστηριότητα αφορούσε ένα παιχνίδι. Πιο αναλυτικά, ένα κομμάτι βιτρό βρίσκεται τοποθετημένο πάνω σε ένα θρανίο και οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, καλούνται να μαντέψουν αν από πίσω κρύβεται ο Αργυρούλης ή ο Χρυσούλης, με βάση το χρώμα που βλέπουν.

• Ερώτηση 1: Αν ήσουν ένας τεχνίτης που γνώριζε ότι τα νανοκομματάκια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τέχνη, θα ήθελες να τα χρησιμοποιήσεις στα έργα σου ή όχι; Γιατί;

• Ερώτηση 2: Νομίζεις ότι τα νανοκομματάκια που έχουν βρεθεί σε αυτά τα αρχαία αντικείμενα είναι σημαντικά ή δεν θα υπήρχε σημαντική διαφορά χωρίς αυτά;

• Ερώτηση 3: Θα έλεγες στους φίλους και την οικογένειά σου για τα νανοκομματάκια που υπάρχουν στα αρχαία αντικείμενα ή θεωρείς ότι δεν χρειάζεται να το γνωρίζουν;

**Πίνακας 1:** Ερωτήσεις της πρώτης δραστηριότητας σχετικά με την αξία γνώσης της Ν-ΕΤ σε θέματα πολιτισμού.

### 2.3. Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες της έρευνας, για την υλοποίηση της συζήτησης ήταν τέσσερις (4) εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, από τους οποίους ο ένας (1) είναι άνδρας και οι τρεις (3) γυναίκες.

Αναφορικά με τα κριτήρια επιλογής των εκπαιδευτικών, οι συγκεκριμένοι εκπαιδευτικοί επιλέχθηκαν επειδή ήταν ερευνητές στη διδακτική της νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο, και μάλιστα, κοινό τους ενδιαφέρον αποτελούσε ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού στους μαθητές. Επιπλέον, όλοι οι εκπαιδευτικοί είχαν εμπειρία στη διδασκαλία μικρών τάξεων του Δημοτικού σχολείου. Παρακάτω, στον πίνακα 2, φαίνονται τα στοιχεία των συμμετεχόντων της έρευνας:

	Εκπαιδευτικός 1	Εκπαιδευτικός 2	Εκπαιδευτικός 3	Εκπαιδευτικός 4
Φύλο	Άνδρας	Γυναίκα	Γυναίκα	Γυναίκα
Σπουδές σχετικά με την εισαγωγή της Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό Σχολείο:	Κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος και υποψήφιος διδάκτορας.	Συμμετοχή σε πρόγραμμα δια βίου μάθησης, μεταπτυχιακή φοιτήτρια.	Συμμετοχή σε πρόγραμμα δια βίου μάθησης, κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος.	Συμμετοχή σε πρόγραμμα δια βίου μάθησης, κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος.
Χρόνια προϋπηρεσίας:	Τρία (3)	Είκοσι δύο (22)	Δεκαπέντε (15)	Δεκαπέντε (15)

**Πίνακας 2:** Στοιχεία των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν στην έρευνα.

#### 2.4. Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη συζήτηση ελεύθερης μορφής, μέσα σε μικρή ομάδα, μέσω της εφαρμογής Skype. Ειδικότερα, η ερευνήτρια και όλοι οι εκπαιδευτικοί συζήτησαν επί του εκπαιδευτικού υλικού με θέμα το νανοπολιτισμό στο Δημοτικό σχολείο. Η ερευνήτρια έθεσε κάποιες ερωτήσεις στους εκπαιδευτικούς σχετικά με την αξιολόγηση του υλικού. Για παράδειγμα:

*« Πιστεύετε ότι θα υπάρχει δυσκολία να κατανοήσουν τα παιδιά Β΄ Δημοτικού το κείμενο/εικόνα/ αναπαράσταση αυτής της διαφάνειας; »*

*« Πιστεύετε ότι η αναπαράσταση με τα βελάκια βοηθάει στην κατανόηση της αλλαγής μεγέθους; »*

*« Ποιες αλλαγές θα προτείνατε ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα κατανόησης στους μαθητές; »*

Το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε για την ολοκλήρωση της συζήτησης ήταν περίπου τρεις ώρες.

Πριν την εξ αποστάσεως αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων, το εκπαιδευτικό υλικό είχε σταλεί δυο μέρες νωρίτερα στον καθένα ξεχωριστά, προκειμένου να το μελετήσει και να το επεξεργαστεί ο καθένας και να κρατήσει σημειώσεις σχετικά με την εφαρμοσιμότητά του.

Η συζήτηση μαγνητοφωνήθηκε και στη συνέχεια απομαγνητοφωνήθηκε. (βλ. Παράρτημα). Ακολούθως, μεταγράφηκε σε αρχείο excel ώστε να γίνει η ανάλυση των δεδομένων.

## 2.5. Ανάλυση Δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκε η επαγωγική μέθοδος ανάλυσης. Η μέθοδος αυτή προτιμήθηκε έναντι της παραγωγικής διότι, όπως τονίστηκε και σε προηγούμενη ενότητα, δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα για το πώς οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν ένα εκπαιδευτικό υλικό με θέμα τη νανοτεχνολογία στο Δημοτικό σχολείο. Κατά την επαγωγική μέθοδο ανάλυσης παράγεται ένα σύνολο κατηγοριών, οι οποίες απαντούν στο ερευνητικό ερώτημα, στη συγκεκριμένη περίπτωση, πώς αξιολογούν ο εκπαιδευτικοί το εκπαιδευτικό υλικό (Elo & Kyngas, 2008).

Συγκεκριμένα, κατά τη μέθοδο αυτή πραγματοποιήθηκαν τα εξής βήματα:

♦**Βήμα 1:** Απομαγνητοφώνηση και μεταγραφή της συνέντευξης σε αρχείο excel.

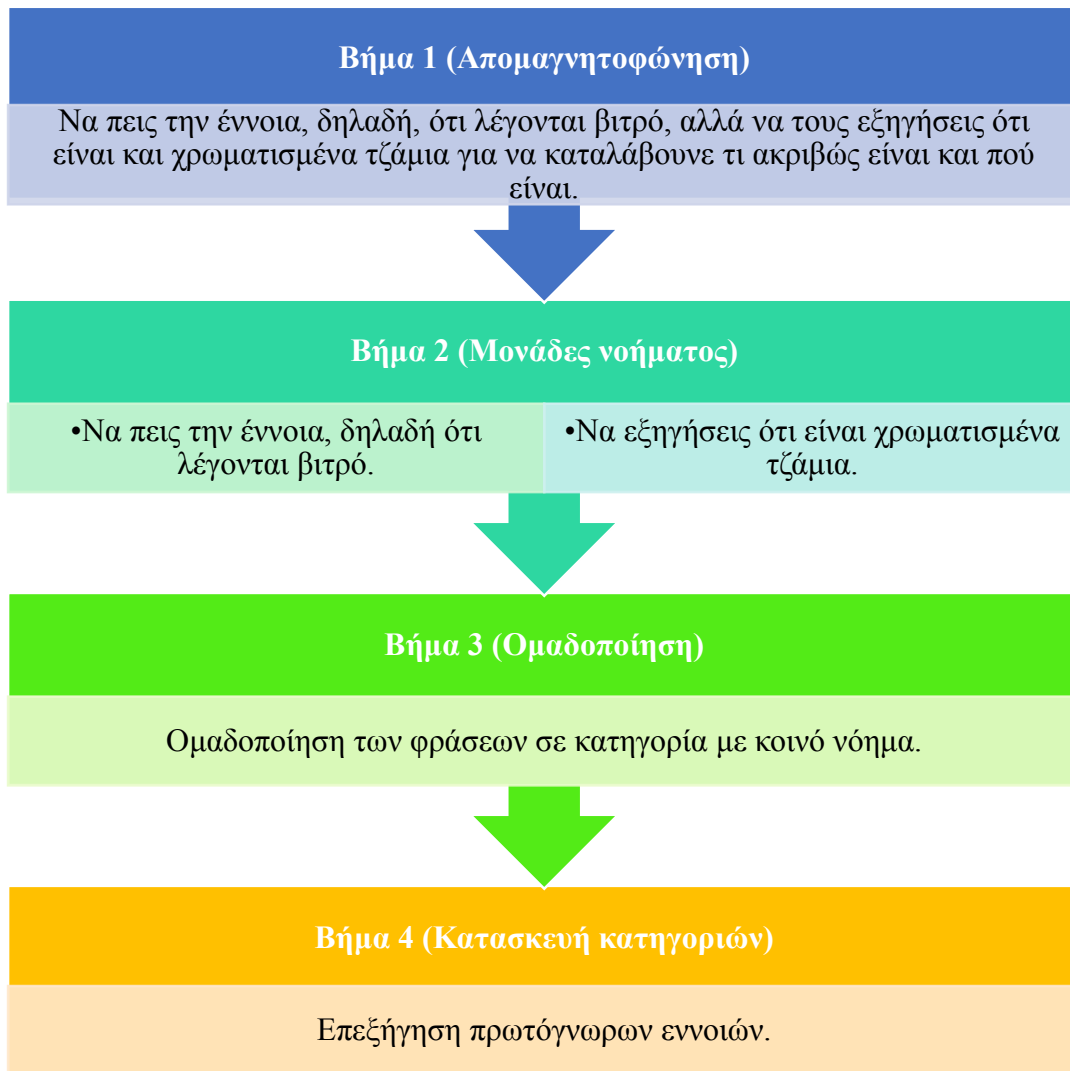
♦**Βήμα 2:** Σημείωση των Μονάδων Νοήματος (MN), δηλαδή φράσεων-λέξεων κλειδιά, οι οποίες σχετίζονται με την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού.

♦**Βήμα 3:** Ομαδοποίηση των MN σε κατηγορίες ανάλογα με το αν μοιράζονται κοινό νόημα ή όχι.

♦**Βήμα 4:** Κατασκευή κατηγοριών.

Παραδείγματος χάριν, το παρακάτω κείμενο αποτελεί ένα μέρος της απομαγνητοφώνησης της συζήτησης σχετικά με την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού:





**Σχήμα 2:** Απεικόνιση ενός παραδείγματος από την ανάλυση δεδομένων.

### 3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Παρακάτω, στο Σχήμα 3, φαίνονται οι κατηγορίες που προέκυψαν έπειτα από την επαγωγική μέθοδο ανάλυσης των δεδομένων. Συγκεκριμένα, οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί αξιολόγησαν το σχεδιασμένο εκπαιδευτικό υλικό, λαμβάνοντας υπόψη:

- Το στάδιο γνωστικής ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται οι μαθητές της Β΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου.

- Την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών.
- Τις ασάφειες στο γραπτό κείμενο της ιστορίας.
- Τις ασάφειες στις εικόνες- αναπαραστάσεις της ιστορίας.

Στις σελίδες που ακολουθούν αναλύεται κάθε κατηγορία ξεχωριστά. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων για την κάθε κατηγορία-τύπο αξιολόγησης γίνεται με τη μορφή πίνακα. Στην πρώτη στήλη γράφεται η ονομασία της κάθε ξεχωριστής κατηγορίας, στη δεύτερη στήλη οι μονάδες νοήματος (MN), που αναγνωρίστηκαν για την κάθε κατηγορία. Στην τρίτη στήλη αναφέρονται οι προτάσεις αλλαγών (ΠΑ) που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί, ώστε το εκπαιδευτικό υλικό να βελτιστοποιηθεί κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.



**Σχήμα 3:** Οι κατηγορίες που αναγνωρίστηκαν μετά την ανάλυση των δεδομένων σχετικά με την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού.

Κατηγορία	Μονάδες Νοήματος (MN)	Πρόταση Αλλαγής (ΠΑ)
Κ1. Αξιολόγηση με βάση τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών.	<p>► <b>Εικόνα 17</b>→ [Πιστεύετε ότι θα υπάρξει δυσκολία να κατανοήσουν τα παιδιά Β΄ Δημοτικού την ιστοριογραμμή;]</p> <p><b>MN1.1:</b> Τα παιδιά της Β΄ Δημοτικού δεν έχουν κατακτήσει την έννοια του χρόνου.</p> <p><b>MN2.1:</b> Τους αριθμούς μετά το 1000 τους μαθαίνουν στη Γ΄ τάξη.</p> <p><b>MN3.1:</b> Στη Β΄ Δημοτικού ο χρόνος διδάσκεται με την έννοια του χθες, του σήμερα και του αύριο.</p>	<p><b>ΠΑ1.1:</b> Να μην μπούνε καθόλου οι ημερομηνίες.</p> <p><b>ΠΑ2.1:</b> Αν θέλουμε να δείξουμε ότι είναι παλιό, να δείξουμε κάποια εικόνα που να ξεθάβουν ένα αγγείο ή μία παλιά εκκλησία που να έχει βιτρό, να μην είναι ξεκομμένα από το πλαίσιο τους.</p> <p><b>ΠΑ3.1:</b> Χρήση γνωστού παραμυθιού, π.χ. Η Παναγία των Παρισίων για τα βιτρό.</p>

**Πίνακας 3:** Τα σημεία που θα δυσκολέψουν τους μαθητές λόγω της γνωστικής τους ανάπτυξης και οι προτεινόμενες αλλαγές σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς.

Στον Πίνακα 3 απεικονίζεται η πρώτη κατηγορία (Κ1), στην οποία ταξινομήθηκαν οι μονάδες νοήματος (MN), δηλαδή οι παράγοντες που εμποδίζουν την κατανόηση των μαθητών, λόγω της γνωστικής ανάπτυξής τους. Σε αυτήν την κατηγορία εντοπίστηκαν τρεις (3) MN, οι οποίες αναφέρονταν στις δυσκολίες που θα αντιμετώπιζαν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν την ιστοριογραμμή (Εικόνα 17).

**Μ:** Είναι ένα βιβλίο που κόλλησα εικόνες από κάποια αρχαία αντικείμενα. Πρώτα όμως έφτιαξα αυτή τη γραμμή για να τα βάλω σε μια σειρά και να δω πότε φτιάχτηκαν.

**Λ:** Και γιατί υπάρχουν μόνο αυτά τα αντικείμενα;

**Μ:** Γιατί δεν είναι όπως τα υπόλοιπα αντικείμενα, έχουν κάτι που τα κάνει ξεχωριστά. Κάτσε να σου δείξω τις φωτογραφίες για να καταλάβεις από μόνος σου.



**Εικόνα 17:** Η χρήση ιστοριογραμμής στην ιστορία στην προσπάθεια να αναδειχθεί το πόσο παλιά είναι τα βιτρό και τα αρχαία ελληνικά αγγεία.

Αναλυτικότερα, οι εκπαιδευτικοί τόνισαν ότι σε αυτήν την ηλικία οι μαθητές δεν έχουν κατακτήσει την έννοια του χρόνου και οι αριθμοί μετά το 1000 διδάσκονται στην επόμενη τάξη, στη Γ΄ Δημοτικού. Γι' αυτό, ο χρόνος στη Β΄ Δημοτικού διδάσκεται με την έννοια του χθες, του σήμερα και του αύριο. Επομένως, η χρήση της αριθμογραμμής δεν βοηθάει στην κατανόηση της έννοιας του χρόνου για τα αρχαία ελληνικά αγγεία και τα βιτρό, καθώς οι μαθητές δεν μπορούν να τη «διαβάσουν» (Εικόνα 17).

Για τη διευκόλυνση των μαθητών οι εκπαιδευτικοί πρότειναν τις εξής προτάσεις αλλαγών (ΠΑ): Αρχικά, δεν θα υπάρχουν καθόλου νούμερα και οι εικόνες των αρχαίων αντικειμένων θα παρουσιάζονται εντός του πλαισίου τους. Για παράδειγμα, το βιτρό θα απεικονίζεται σε μια παλιά εκκλησία και όχι ως μεμονωμένο κομμάτι γυαλί, ενώ για το αρχαίο ελληνικό αγγείο θα υπάρχει φωτογραφία από μια ανασκαφή. Ακόμη, μια άλλη πρόταση αποτελεί η αξιοποίηση κάποιου γνωστού παραμυθιού, όπως είναι η Παναγία των Παρισίων για τα βιτρό, για τη δημιουργία μιας ιστορίας, καθώς οι μαθητές έχουν κατακτήσει, ήδη, την έννοια του χρόνου μέσα από το παραμύθι. Γνωρίζουν ότι πρόκειται για μια ιστορία που συνέβη πριν πολλά χρόνια.

Κατηγορία	Μονάδες Νοήματος (MN)	Πρόταση Αλλαγής (ΠΑ)
Κ2. Αξιολόγηση με βάση την προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών.	<p>► <i>Εικόνα 17</i>→</p> <p><b>MN1.2:</b> Το αρχαίο ελληνικό αγγείο και το βιτρό είναι άγνωστες λέξεις.</p> <p><b>MN2.2:</b> Δεν γνωρίζουν πού μπορούμε να δούμε ένα βιτρό.</p>	<p><b>ΠΑ1.2:</b> Για τα βιτρό να δείξουμε μία εκκλησία, το εσωτερικό και το εξωτερικό της, για να καταλάβουν οι μαθητές πού μπορούμε να τα δούμε.</p> <p><b>ΠΑ2.2:</b> Να πεις την έννοια, δηλαδή, ότι λέγονται βιτρό, αλλά να τους εξηγήσεις ότι είναι και χρωματισμένα τζάμια.</p> <p><b>ΠΑ3.2:</b> Να αναφέρουμε ότι είναι ένα αγγείο και να εξηγήσουμε τι σημαίνει αυτό, ότι το χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι για να αποθηκεύουν λάδι.</p>
	<p>► <i>Εικόνα 18</i>→</p> <p><b>MN3.2:</b> Η φράση «στην εποχή της Αναγέννησης» τους είναι άγνωστη.</p>	<p><b>ΠΑ4.2:</b> Να πούμε στα πολύ παλιά χρόνια.</p>

**Πίνακας 4:** Τα σημεία που θα δυσκολέψουν τους μαθητές λόγω της προϋπάρχουσας γνώσης που κατέχουν και οι αντίστοιχες αλλαγές που προτείνουν οι εκπαιδευτικοί.

Στη δεύτερη κατηγορία (Κ2), όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα 4, υπάγονται οι MN που αναφέρονται στις δυσκολίες κατανόησης λόγω της προϋπάρχουσας γνώσης. Ειδικότερα, βρέθηκαν τρεις (3) MN, οι οποίες αναφέρουν έννοιες που θα δυσκολέψουν τους μαθητές επειδή τους είναι πρωτόγνωρες. Οι έννοιες αυτές είναι «το βιτρό» και «το αρχαίο ελληνικό αγγείο» (εικόνα 17), και «η εποχή της Αναγέννησης» (εικόνα 18).

**Μ:** Για δες και αυτά εδώ!  
Αυτές οι εικόνες απεικονίζουν  
τα βιτρό στα τζάμια των  
εκκλησιών στην εποχή της  
Αναγέννησης. Είναι  
χρωματισμένα γυαλιά. Δεν  
έχουν κάτι που σε  
εντυπωσιάζει;

**Λ:** .....



**Εικόνα 18:** Η χρήση της φράσης «στην εποχή της Αναγέννησης» μέσα στην ιστορία.

Επίσης, οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν ότι εκτός από το τι σημαίνουν, για τις πρώτες δύο έννοιες, οι μαθητές δεν γνωρίζουν και πού μπορούν να βρουν ένα βιτρό ή ένα αρχαίο ελληνικό αγγείο. Ωστόσο, αυτό δεν αποτελεί εμπόδιο στη διδασκαλία τους διότι σε αυτήν την ηλικία οι μαθητές έχουν πολλές άγνωστες λέξεις. Επομένως, μπορούν να διδαχτούν, αρκεί να συνοδεύονται από την κατάλληλη επεξήγηση και μέσα στο κατάλληλο πλαίσιο.

Όσον αφορά τις ΠΑ, για αυτό το κομμάτι, οι εκπαιδευτικοί πρότειναν οι πρώτες δύο έννοιες, «βιτρό» και «αρχαίο ελληνικό αγγείο» (Εικόνα 17), να συνοδεύονται από μια απλουστευμένη επεξήγηση, όπως συγκεκριμένα δήλωσαν «*Να πεις την έννοια, δηλαδή, ότι λέγονται βιτρό, αλλά να τους εξηγήσεις ότι είναι και χρωματισμένα τζάμια για να καταλάβουν τι ακριβώς είναι και πού είναι*», «*Να αναφέρουμε ότι είναι ένα αγγείο και να εξηγήσουμε τι σημαίνει αυτό, ότι το χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι για να αποθηκεύουν λάδι*». Επιπρόσθετα, στην καλύτερη κατανόηση θα συντελέσει και η παρουσίαση των αρχαίων τεχνουργημάτων εντός του πλαισίου τους, όπως, επίσης, αναφέρθηκε στην κατηγορία 1, ώστε να γνωρίσουν οι μαθητές και πού μπορούμε να τα βρούμε. Τέλος, για την έννοια «στην εποχή της Αναγέννησης» (Εικόνα 18), προτείνουν ότι δεν χρειάζεται να γίνει αναφορά, καθώς ύστερα από τις αλλαγές που αναφέρθηκαν στην κατηγορία 1, σχετικά με την έννοια του χρόνου, οι μαθητές θα κατανοήσουν ότι αναφερόμαστε στα παλιά τα χρόνια.

Κατηγορία	Μονάδες Νοήματος (ΜΝ)	Πρόταση Αλλαγής (ΠΑ)
<p><b>Κ3.</b> Αξιολόγηση με βάση την ασάφεια στο γραπτό κείμενο της ιστορίας.</p>	<p>► <b>Εικόνα 19 και 20</b>→  <i>[Η ιδέα να υπάρχει ερώτηση μέσα στην ιστορία και να απαντήσουν τα παιδιά πώς σας φαίνεται;]</i></p> <p><b>MN1.3:</b> Το τι ιδιαίτερο παρατηρείς είναι πολύ δύσκολη ερώτηση. Τι ιδιαίτερο παρατηρείς ως προς τι; Η ερώτηση πρέπει να γίνει πιο συγκεκριμένη.</p> <p><b>MN2.3:</b> Το ερώτημα «τι ιδιαίτερο παρατηρείς;» είναι σαν να περιμένει ο εκπαιδευτικός να δούνε κάτι ιδιαίτερο οι μαθητές./ Η ερώτηση «δεν έχουν κάτι που σε εντυπωσιάζει;» είναι σαν να αναγκάζει τα παιδιά να βρουν κάτι που τους εντυπωσιάζει.</p>	<p><b>ΠΑ1.3:</b> Αν θέλουμε να εστιάσουν στο μαύρο χρώμα θα κάνουμε πιο συγκεκριμένη την ερώτηση. Θα πούμε «Τι παρατηρείς ως προς το χρώμα;»</p> <p><b>ΠΑ2.3:</b> Για το χρώμα των βιτρό μπορεί να ειπωθεί «παρατηρείς κάτι διαφορετικό από ό,τι παρατηρείς στις εκκλησίες μας;»/ «Τι παρατηρείς στο χρώμα του τζαμιού;»</p> <p><b>ΠΑ3.3:</b> Εικονική περιήγηση στην Παναγία των Παρισίων (για να δούνε καλύτερα το χρώμα των βιτρό).</p> <p><b>ΠΑ4.3:</b> Δημιουργία ενός κομματιού βιτρό που θα παρουσιαστεί στην τάξη.</p>

► **Εικόνα 21**→

**[Θεωρείτε ότι οι δραστηριότητες θα συντελέσουν στην κατανόηση των παιδιών;]**

**MN3.3:** Πιστεύω ότι δεν θα καταλάβουν τι ακριβώς ρωτάει και γιατί το ρωτάει.

**ΠΑ5.3:** Θα βοηθούσε αν υπήρχαν φωτογραφίες όπου θα συγκρίνουν μία εκκλησία με κανονικά τζάμια και μία εκκλησία με βιτρό και να τίθεται η ερώτηση «Αν ήσουν τεχνίτης εσύ ποιον από τους δύο τρόπους θα διάλεγες για να φτιάξεις το τζάμι στην εκκλησία και γιατί;» **(Ερώτηση 1)**

**ΠΑ6.3:** Παρομοίως, να υπάρχει μια φωτογραφία με εκκλησία που θα έχει απλό τζάμι και μια εκκλησία με βιτρό, ώστε να τις συγκρίνουν και να τίθεται η ερώτηση «Ποια από τις δύο σου αρέσει περισσότερο και γιατί;» **(Ερώτηση 2)**

**ΠΑ7.3:** Πρέπει να γίνει αναφορά ότι μέχρι και σήμερα θεωρούν αυτές τις εκκλησίες ξεχωριστές και τις θαυμάζουν, για να κάνουν τη σύνδεση ότι αυτά δεν γίνονται, πλέον, έτσι. Είναι κάτι από τα παλιά χρόνια που έχει μείνει, για να μπορέσουν να καταλάβουν και την έννοια του πολιτισμού που είναι δύσκολη. **(Ερώτηση 3)**

► **Εικόνα 22**→

**MN4.3:** Το βιτρό αλλού αναφέρεται ως τζαμί και αλλού ως γυαλί.

**ΠΑ8.3:** Ας πούμε τζάμι που παραπέμπει κυρίως σε παράθυρο.



	<p><b>Εικόνα 23→</b>  <b>MN5.3:</b> Η έκφραση «δεν μπορούμε να δούμε με γυμνό μάτι» δημιουργεί σύγχυση. Μπορεί να σκεφτούν ότι δεν φοράμε γυαλιά.</p> <p><b>MN6.3:</b> Η έκφραση «με τη βοήθεια ειδικού οργάνου» είναι δύσκολη. Δεν γνωρίζουν τι είναι το όργανο.</p>	<p><b>ΠΑ9.3:</b> Καλύτερα να πούμε «δεν μπορούμε να το δούμε με τα μάτια μας»</p> <p><b>ΠΑ10.3:</b> Να πούμε κατευθείαν μικροσκοπίου. Το μικροσκόπιο το γνωρίζουν.</p>
	<p>► <b>Εικόνα 24→</b>  <b>MN7.3:</b> Η φράση «Προσοχή στην αλλαγή μεγέθους» να είναι πιο περιγραφική.</p>	<p><b>ΠΑ11.3:</b> Να γίνει «Προσοχή! Αν περάσεις την πόρτα θα μικρύνεις πολύ.»</p>
	<p>► <b>Εικόνα 25→</b>  <i>[Θεωρείτε ότι χρειάζεται να γίνει αναφορά στο όργανο ή δεν είναι απαραίτητο για μια μικρή τάξη του Δημοτικού;]</i></p> <p><b>MN8.3:</b> Θα πρέπει να αλλάξει το κείμενο που συνοδεύει την εικόνα. Να εξηγήσει τι βλέπουμε στην οθόνη.</p>	<p><b>ΠΑ12.3:</b> Θα ειπωθεί «στην οθόνη του μικροσκοπίου παρατηρούμε τους Αργυρούληδες και Χρυσούληδες, που είναι χρωματιστοί και που δεν μπορούσαμε να τους δούμε πριν, στα βελάκια, με τα μάτια μας».</p>

	<p>► <b>Εικόνα 26</b>→  <i>[Πιστεύετε το παράδειγμα που δίνεται με τον κορονοϊό, ο οποίος είναι γνωστός, βοηθάει στην κατανόηση για τη λειτουργία του μικροσκοπίου;]</i></p> <p><b>MN9.3:</b> Βοηθάει σε αυτό που λέμε παραπάνω, δηλαδή, ότι το νανοκομματάκι δεν φαίνεται με το μάτι. Όμως, θα πρέπει να αναφερθεί αυτό μέσα στο κείμενο.</p>	<p><b>ΠΑ13.3:</b> Να ειπωθεί «ξέρετε , όπως δεν βλέπουμε τους ιούς, έτσι δεν βλέπουμε και το ασήμι»/ «με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μπορείς να δεις ακόμη και τους ιούς, που και αυτούς δεν τους βλέπουμε με τα μάτια μας, όπως τον κορονοϊούλη».</p>
	<p>► <b>Εικόνα 27</b>→  <i>[Σε αυτό το σημείο τους έρχεται η ιδέα να μπούνε μέσα στα τζάμια για να τα χρωματίσουν. Θεωρείτε ότι είναι καλή ως ιστορία;]</i></p> <p><b>MN10.3:</b> Γιατί έχει αξία να μπουν τα νανοκομματάκια και δεν έχει αξία να βάψουμε το γυαλί με κανονικό χρώμα;!</p>	<p><b>ΠΑ14.3:</b> Αυτό σχετίζεται με την πλευρά του πολιτισμού. Συνδέεται η νανοτεχνολογία με τον πολιτισμό και αναδεικνύεται ένα πολιτιστικό τεχνούργημα. Οπότε, πρέπει να αλλάξει το υπόβαθρο που διαδραματίζεται όλο αυτό, δηλαδή στα παλιά τα χρόνια.</p>
	<p>► <b>Εικόνα 20</b>→</p> <p><b>MN11.3:</b> Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν το βρίσκουμε (το βιτρό) στις δικές μας εκκλησίες γιατί θα δημιουργηθεί σύγχυση στα μικρά παιδιά που θα ψάχνουν τέτοιο τζάμι.</p>	<p><b>ΠΑ15.3:</b> Παρουσίαση της Παναγίας των Παρισίων ως την εκκλησία που έχει βιτρό.</p>

**Πίνακας 5:** Τα σημεία που θα δυσκολέψουν τους μαθητές λόγω της ασάφειας του γραπτού κειμένου και οι προτάσεις αλλαγών των εκπαιδευτικών.

Η τρίτη κατηγορία (Κ3) σχετίζεται με τις δυσκολίες κατανόησης λόγω ασάφειας στο γραπτό κείμενο της ιστορίας. Στην κατηγορία αυτήν σημειώθηκαν αρκετές ΜΝ, συγκεκριμένα έντεκα (11). Τρεις (3) από αυτές υπογραμμίζουν την ασάφεια των ερωτήσεων που υπήρχαν μέσα στην ιστορία, αλλά και στις δραστηριότητες. Αυτό έχει ως επακόλουθο οι πιθανές απαντήσεις των μαθητών να κυμαίνονται σε ένα ευρύ πεδίο ή ακόμη και να μην μπορούν να ανταποκριθούν στην ερώτηση επειδή δεν γίνεται κατανοητή. Για παράδειγμα, όπως ειπώθηκε από τους εκπαιδευτικούς, «*Το τι ιδιαίτερο παρατηρείς είναι πολύ δύσκολη ερώτηση. Τι ιδιαίτερο παρατηρείς ως προς τι; Η ερώτηση πρέπει να γίνει πιο συγκεκριμένη*» (Εικόνα 19). Ακόμη, σημειώθηκε ότι ο τρόπος με τον οποίον συντάχθηκαν οι ερωτήσεις «υποχρεώνουν» τους μαθητές να οδηγηθούν προς κάποια κατεύθυνση. Ενδεικτικά, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν «*Η ερώτηση “δεν έχουν κάτι που σε εντυπωσιάζει” είναι σαν να αναγκάζει τα παιδιά να βρύνε κάτι που τους εντυπωσιάζει*» (Εικόνα 20). Επιπλέον, οι ερωτήσεις των δραστηριοτήτων, όπως είναι η ερώτηση «*Αν ήσουν τεχνίτης που γνώριζε ότι τα ναυσοσωματίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τέχνη, θα ήθελες να τα χρησιμοποιήσεις στα έργα σου ή όχι; Γιατί;*» (Εικόνα 21) δεν είναι αρκετά σαφής ώστε να καταλάβουν οι μαθητές τι ακριβώς ζητάει.



**Μ:** Αυτό εδώ είναι ένα αρχαίο ελληνικό αγγείο. Πώς σου φαίνεται; Τι το ιδιαίτερο παρατηρείς;

**Λ:** .....

.....

**Εικόνα 19:** Η ερώτηση «Τι το ιδιαίτερο παρατηρείς;» στο κείμενο της ιστορίας.

**Μ:** Για δες και αυτά εδώ!  
Αυτές οι εικόνες απεικονίζουν  
τα βιτρό στα τζάμια των  
εκκλησιών στην εποχή της  
Αναγέννησης. Είναι  
χρωματισμένα γυαλιά. Δεν  
έχουν κάτι που σε  
εντυπωσιάζει;

**Λ:** .....



**Εικόνα 20:** Η παρουσίαση των βιτρό και η ερώτηση «Δεν έχουν κάτι που σε εντυπωσιάζει;»

• Ερώτηση 1: Αν ήσουν ένας τεχνίτης που γνώριζε ότι τα νανοκομματάκια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τέχνη, θα ήθελες να τα χρησιμοποιήσεις στα έργα σου ή όχι; Γιατί;

• Ερώτηση 2: Νομίζεις ότι τα νανοκομματάκια που έχουν βρεθεί σε αυτά τα αρχαία αντικείμενα είναι σημαντικά ή δεν θα υπήρχε σημαντική διαφορά χωρίς αυτά;

• Ερώτηση 3: Θα έλεγες στους φίλους και την οικογένειά σου για τα νανοκομματάκια που υπάρχουν στα αρχαία αντικείμενα ή θεωρείς ότι δεν χρειάζεται να το γνωρίζουν;

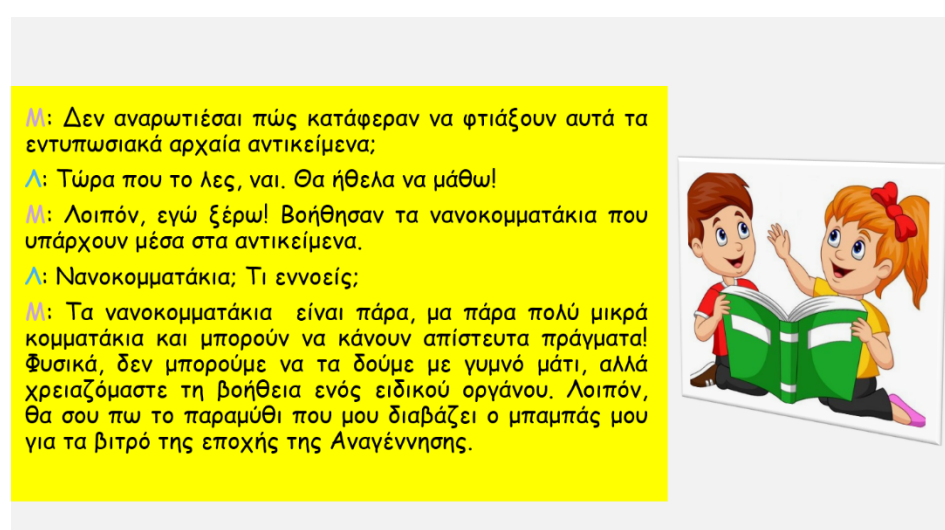
**Εικόνα 21:** Οι ερωτήσεις της πρώτης δραστηριότητας.

Στη συνέχεια, μία (1) από τις MN αναφέρεται στην ασυνέπεια χρήσης της ίδιας λέξης, δηλαδή σε μία πρόταση αναφερόταν η λέξη «τζάμι» και σε άλλη πρόταση η λέξη «γυαλί» (Εικόνα 22).



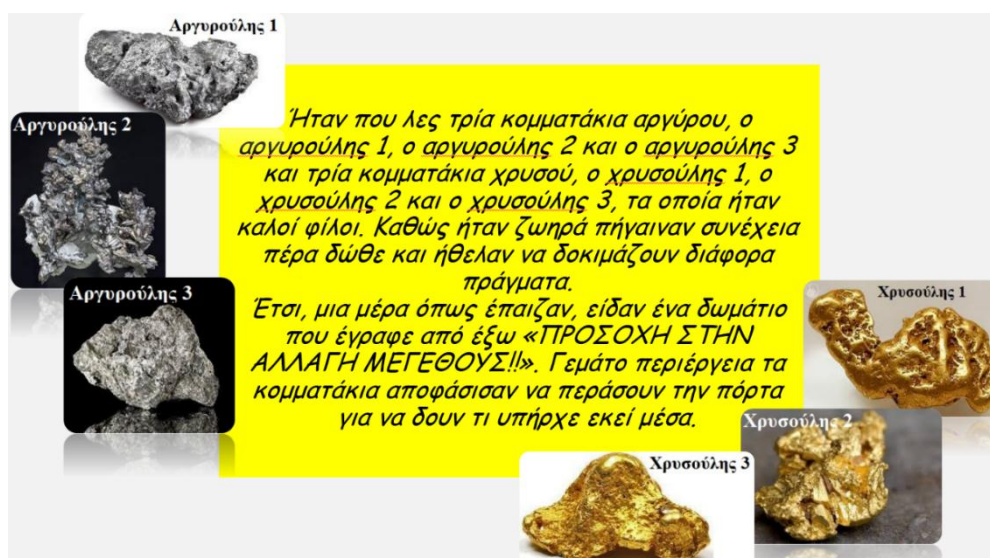
**Εικόνα 22:** Η χρήση των λέξεων «τζάμι» και «γυαλί» μέσα στην ιστορία.

Ακόμη, δύο (2) από τις MN κάνουν λόγο για την επιλογή μη κατάλληλης φράσης. Πιο αναλυτικά, οι φράσεις «δεν μπορούμε να δούμε με γυμνό μάτι» και «με τη βοήθεια ειδικού οργάνου» (Εικόνα 23), μπορεί να μπερδέψουν τους μαθητές γιατί τους είναι άγνωστη η έννοια του οργάνου, ενώ μπορεί να παρερμηνεύσουν τη φράση «με γυμνό μάτι» και να υποθέσουν ότι σημαίνει πως δεν φοράμε γυαλιά.



**Εικόνα 23:** Οι φράσεις της ιστορίας που θα προκαλέσουν σύγχυση στους μαθητές.

Οι υπόλοιπες πέντε (5) ΜΝ αφορούν την έλλειψη περιγραφικότητας και επαρκούς ανάλυσης του κειμένου ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές τι ακριβώς εννοεί, χωρίς να δημιουργηθούν παρερμηνείες. Όπως ανέφεραν οι εκπαιδευτικοί, η φράση «Προσοχή στην αλλαγή μεγέθους» δεν περιγράφει ξεκάθαρα τι εννοεί. Η πρόταση αυτή μπορεί να υπονοεί είτε ότι το μέγεθος θα μικρύνει είτε ότι θα μεγαλώσει (Εικόνα 24).



**Εικόνα 24:** Η φράση «Προσοχή στην αλλαγή μεγέθους» μέσα στην ιστορία.

Ακόμη, το κείμενο που συνοδεύει τις εικόνες θα πρέπει να περιγράφει αναλυτικά τι ακριβώς απεικονίζεται ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές την εικόνα και γιατί είναι σημαντικό αυτό που αναπαριστά. Για παράδειγμα, το κείμενο που συνοδεύει την εικόνα του μικροσκοπίου (Εικόνα 25) χρειάζεται να εξηγήσει τη χρησιμότητα του μικροσκοπίου και πώς αυτό βοηθάει στην εξέλιξη της ιστορίας. Παρομοίως, το κείμενο που αναφέρεται στον κορονοϊό (Εικόνα 26) θα πρέπει να είναι πιο περιγραφικό ως προς τη σχέση του με το μικροσκόπιο και τα νανοκομματάκια.



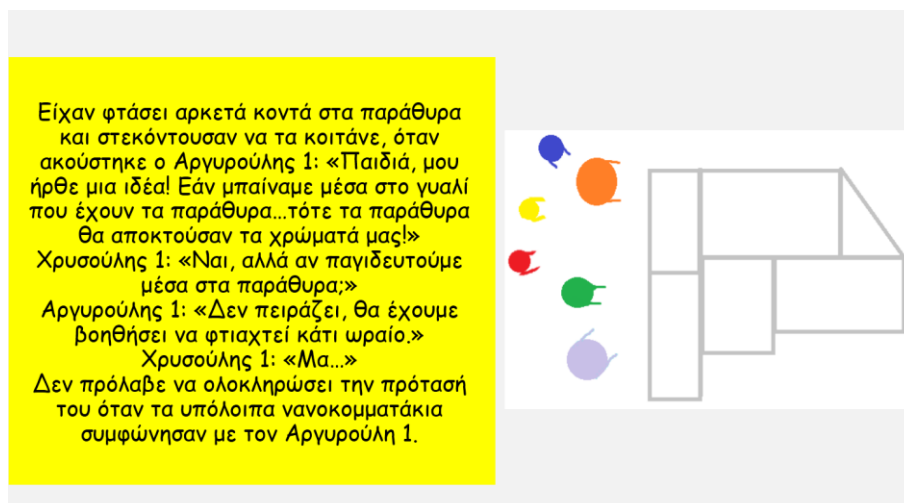


**Εικόνα 25:** Το κείμενο που περιγράφει το μικροσκόπιο.



**Εικόνα 26:** Η αναφορά του κορονοϊούλη μέσα στην ιστορία.

Επιπλέον, το κείμενο θα πρέπει να διασαφηνίζει για ποιο λόγο εστιάζουμε σε κάποια στοιχεία και γιατί τα προτιμάμε σε σχέση με κάποια άλλα. Παραδείγματος χάριν, για ποιο λόγο είναι σημαντικό να γνωρίζουμε για τα νανοσωματίδια που περιέχουν τα βιτρό και τους δίνουν τα διάφορα χρώματα, ενώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε «κανονικό» χρώμα (Εικόνα 27).



**Εικόνα 27:** Η χρήση των νανοσωματιδίων για το χρωματισμό των τζαμιών.

Τέλος, οι εκπαιδευτικοί πρότειναν ότι το κείμενο που συνοδεύει τα βιτρό χρειάζεται να διευκρινίζει ότι δεν υπάρχουν σε όλες τις εκκλησίες χρωματιστά τζάμια (Εικόνα 20). Διαφορετικά θα προκληθεί σύγχυση όταν οι μαθητές θα ψάχνουν για βιτρό στις εκκλησίες των τόπων τους.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις αποτελούν κομβικό σημείο στην κατανόηση της ιστορίας από την πλευρά των μαθητών. Όπως τονίζουν οι εκπαιδευτικοί, στη Β΄ Δημοτικού η σκέψη των μαθητών είναι πολύ συγκεκριμένη, γι' αυτό το κείμενο πρέπει να χαρακτηρίζεται από ευκρίνεια και απλότητα.



Για την αντιμετώπιση των παραπάνω δυσκολιών αναφέρθηκαν ορισμένες ΠΑ, οι οποίες καταγράφονται παραπάνω στον Πίνακα 5. Ειδικότερα, αναφορικά με την ασάφεια των ερωτήσεων, προτείνουν οι ερωτήσεις να είναι όσο πιο συγκεκριμένες γίνεται και χωρίς να κατευθύνουν τους μαθητές σε κάποια απάντηση. Παραδείγματος χάριν, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι « *Αν θέλουμε να εστιάσουν τα παιδιά στο μάρνο χρώμα απλά θα κάνουμε πιο συγκεκριμένη την ερώτηση. Θα πούμε “Τι παρατηρείς ως προς το χρώμα;”* (Εικόνα 19). Όμοια, για το χρώμα των βιτρό η ερώτηση μπορεί να διατυπωθεί ως εξής: «*Παρατηρείς κάτι διαφορετικό από ό,τι παρατηρείς στις εκκλησίες μας;»* ή «*Τι παρατηρείς στο χρώμα του τζαμιού;»* (Εικόνα 20). Ακόμη, ο εκπαιδευτικός μπορεί να φέρει ένα κομμάτι βιτρό στην τάξη ή να πραγματοποιήσει μια εικονική περιήγηση της Παναγίας των Παρισίων, έτσι ώστε οι μαθητές να αντιληφθούν καλύτερα τα χρώματα στα τζάμια της εκκλησίας. Η εικονική περιήγηση βοηθάει και στις δυσκολίες που προαναφέρθηκαν στην κατηγορία 2 σχετικά με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών. Καθώς οι μαθητές δεν γνωρίζουν πού βρίσκονται τα βιτρό, η παρουσίαση μέσα στο συγκείμενό τους συμβάλλει στην κατανόηση της έννοιας «βιτρό». Αναφορικά με τις ερωτήσεις της πρώτης δραστηριότητας (Εικόνα 21), οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι είναι σημαντικό να υπάρχουν φωτογραφίες από μια εκκλησία με βιτρό τζάμια και μια εκκλησία με «κανονικά» τζάμια. Έτσι, οι μαθητές θα μπορούν να τις συγκρίνουν και να απαντήσουν στις ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις θα πρέπει, επίσης, να αναδιαμορφωθούν για να γίνουν πιο κατανοητές στους μαθητές. Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί πρότειναν να διατυπωθούν ως εξής: «*Αν ήσουν τεχνίτης εσύ ποιον από τους δύο τρόπους θα διάλεγες για να φτιάξεις το τζάμι στην εκκλησία και γιατί;»* και «*Ποια από τις δύο(εκκλησίες) σου αρέσει περισσότερο και γιατί;»*, για την πρώτη και δεύτερη ερώτηση, αντίστοιχα. Σχετικά με την τρίτη ερώτηση της δραστηριότητας, οι εκπαιδευτικοί τόνισαν ότι πρέπει να σημειωθεί πως οι εκκλησίες με τζάμια βιτρό προκαλούν θαυμασμό μέχρι και τη σημερινή εποχή. Αυτό θα τους βοηθήσει να αντιληφθούν ότι στα παλιά χρόνια χρησιμοποιούσαν μια τεχνική, διαφορετική από τις σημερινές βαφές, ώστε να χρωματίσουν τα τζάμια. Με αυτόν τον τρόπο, θα κατανοήσουν και για ποιο λόγο χρειάζεται να μάθουν για τα βιτρό, επειδή αποτελούν κομμάτι του πολιτισμού, ένα ιδιαίτερο επίτευγμα των παλιών εποχών.

Σχετικά με την επιλογή των κατάλληλων εννοιών, προτιμώνται έννοιες που τους είναι οικείες, για παράδειγμα, αντί «ειδικού οργάνου» να πούμε «με το μικροσκόπιο», επειδή, όπως υποστηρίζεται από τους εκπαιδευτικούς το μικροσκόπιο είναι γνωστό σε

αυτές τις ηλικίες καθώς μπορεί να το έχουν σε παιχνίδι ή να το έχουν δει σε κάποιο κινούμενο σχέδιο (Εικόνα 23).

Τέλος, αναφορικά με το κομμάτι της περιγραφικότητας του κειμένου, οι εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν ότι πρέπει να είναι όσο πιο αναλυτικό γίνεται ώστε να καταλάβουν οι μαθητές τι ακριβώς εννοούμε. Για παράδειγμα, αντί της φράσης «Προσοχή στην αλλαγή μεγέθους» (Εικόνα 24) να αναφέρουμε «Προσοχή! Αν περάσεις την πόρτα θα μικρύνεις πολύ». Να είναι, όσο πιο συγκεκριμένη γίνεται η περιγραφή ώστε να μην αφήνει περιθώρια για πολλαπλές και λανθασμένες ερμηνείες. Δηλαδή, πώς ακριβώς θα αλλάξει το μέγεθος; Όσον αφορά το κείμενο που συνοδεύει τη φωτογραφία του μικροσκοπίου (Εικόνα 25) προτείνουν να ειπωθεί ότι *«στην οθόνη του μικροσκοπίου παρατηρούμε τους Αργυρούληδες και Χρυσούληδες, που είναι χρωματιστοί και που δεν μπορούσαμε να τους δούμε πριν, στα βελάκια, με τα μάτια μας»*, ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές τη συμβολή του μικροσκοπίου στην εξέλιξη της ιστορίας. Παρομοίως, χρειάζεται να αναλυθεί περαιτέρω και η σχέση του ιού/κορονοϊού με το μικροσκόπιο και τα νανοκομματάκια (Εικόνα 26). Οι προτάσεις αλλαγών που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί είναι οι ακόλουθες: *«ξέρετε , όπως δεν βλέπουμε τους ιούς, έτσι δεν βλέπουμε και το ασήμι»/ «με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μπορείς να δεις ακόμη και τους ιούς, που και αυτούς δεν τους βλέπουμε με τα μάτια μας, όπως τον κορονοϊούλη»*. Η ανάλυση της περιγραφής είναι αναγκαία και στην Εικόνα 27 , προκειμένου να μη δημιουργηθεί η απορία στους μαθητές για ποιο λόγο να χρωματιστούν τα τζάμια με την τεχνική βιτρό και όχι με τη συνηθισμένη βαφή. Ωστόσο, έπειτα και από τις αλλαγές που αναφέρθηκαν στις κατηγορίες 1 και 2, σχετικά με τη χρονική τοποθέτηση της ιστορίας στα παλιά τα χρόνια, οι μαθητές θα έχουν αντιληφθεί ότι τότε χρησιμοποιούσαν μια ιδιαίτερη τεχνική για να βάψουν τα τζάμια, η οποία αποτελούσε ένα χαρακτηριστικό επίτευγμα της εποχής.

Κατηγορία	Πλαίσιο	Πρόταση Αλλαγής
<p><b>Κ4. Αξιολόγηση με βάση την ασάφεια στις εικόνες της ιστορίας.</b></p>	<p><b>Εικόνα 28→</b>  <i>[Εικόνα με βιτρό: Δεν έχουν κάτι που σε εντυπωσιάζει;]</i></p> <p><b>MN1.4:</b> Τα πιο πολλά παιδιά θα αναφέρουν τον μεγάλο σταυρό και το περιστέρι.</p>	<p><b>ΠΑ1.4:</b> Οι εικόνες να εστιάζουν σε αυτό που θέλουμε να δούνε οι μαθητές.</p>
	<p>► <b>Εικόνα 29 και 30→</b>  <i>[Πιστεύετε ότι η αναπαράσταση με τα βελάκια βοηθάει στην κατανόηση της αλλαγής μεγέθους;]</i></p> <p><b>MN2.4:</b> Η εικόνα δεν ταιριάζει με αυτό που λέει το κείμενο, γιατί συνεχίζουμε να βλέπουμε το κομματάκι με τα μάτια μας.</p>	<p><b>ΠΑ2.4:</b> Οι εικόνες και τα βελάκια να είναι στο ίδιο ύψος και να υπάρχει ένα ακόμη βελάκι που θα δείχνει ότι δεν φαίνεται με γυμνό μάτι, πλέον (το κομμάτι μέταλλο). Να υπάρχει ένα μάτι με «χ» από πάνω.</p> <p><b>ΠΑ3.4:</b> Επειδή λέμε ότι μπαίνουν σε ένα δωμάτιο, και κάνουν μία διαδρομή, θα μπορούσε να υπάρχει ένας δρόμος. Να ήταν, δηλαδή, η πόρτα πάνω αριστερά, όπου θα ήταν τα κομμάτια όπως στις πρώτες εικόνες, και σιγά-σιγά στο τέλος του δρόμου να μην φαίνονται καθόλου, να υπάρχει μία εικόνα με μάτι που να έχει πάνω ένα «χ».</p>

		<p><b>ΠΑ4.4:</b> Αυτό που έχει περισσότερη σημασία είναι η πόρτα, και όχι ο δρόμος, για να συνδεθεί με την προηγούμενη διαφάνεια που έλεγε ότι μπαίνουν σε δωμάτιο. Γιατί διαβάζουν την επιγραφή στην πόρτα, αλλά δεν αναφέρεται ότι μπήκανε μέσα.</p> <p><b>ΠΑ5.4:</b> Θα μπορούσε να υπήρχε μία πόρτα που θα έχει την επιγραφή πάνω και να ήταν ανοιχτή.</p> <p><b>ΠΑ6.4:</b> Θα μπορούσες να βάλεις κάτω-κάτω (στα βελάκια) τα ίδια τετραγωνάκια που έχει πάνω από το βελάκι, όμως μόνο με το όνομα, χωρίς να φαίνεται τίποτα. Να αφαιρέσει, δηλαδή, το μέταλλο από την εικόνα για να καταλάβει σίγουρα ότι έμεινε το όνομα, αλλά δεν υπάρχει τίποτα που να μπορείς να δεις με το μάτι.</p>
	<p>► <b>Εικόνα 29 και 30</b>→</p> <p><b>MN3.4:</b> Αν χρησιμοποιούμε υποκοριστικά πρέπει να το δείξουμε κάπως. Δηλαδή, αν λέμε Αργυρούλης θα πρέπει να έχει στοιχεία</p>	<p><b>ΠΑ7.4:</b> Μπορούν να προστεθούν χεράκια, στόμα και μάτια στο μέταλλο (όπως έχουν παρακάτω τα νανοκομματάκια).</p>

	<p>Αργυρούλη, όχι στοιχεία μετάλλου</p>	
	<p>► <b>Εικόνα 31</b>→  <b>MN4.4:</b> Ο Αργυρούλης ήταν εκείνο το κομμάτι μέταλλο στο μακρόκοσμο και τώρα που βλέπουμε μια πορτοκαλί μπάλα θα υποθέσουμε ότι είναι ο ίδιος Αργυρούλης; Πρέπει να υπάρχει μία συνέπεια στα σκίτσα.</p>	<p><b>ΠΑ8.4:</b> Η επεξήγηση για το πώς περάσαμε από το σχήμα του μετάλλου στο νανοκομματάκι θα μπορούσε να γίνει πιο πάνω. Δηλαδή, πριν από την πόρτα είναι οι Αργυρούληδες και Χρυσούληδες, τα μέταλλα, και αφού περάσουν την πόρτα θα γίνουν τα νανοκομματάκια με τα χρώματα.</p>
	<p><b>Εικόνα 32</b>→  <i>[Θεωρείτε ότι χρειάζεται να γίνει αναφορά στο όργανο ή δεν είναι απαραίτητο για μια μικρή τάξη του Δημοτικού;]</i>  <b>MN5.4:</b> Θα βοηθήσει να καταλάβουν τα παιδιά πώς μάθαμε για τα νανοκομματάκια, αφού δεν μπορούμε να τα δούμε με τα μάτια μας. Όμως, πρέπει να δώσουμε αξία στην εικόνα του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.</p>	<p><b>ΠΑ9.4:</b> Στην οθόνη του υπολογιστή να φανούν οι Αργυρούληδες και Χρυσούληδες όπως φαίνονται παρακάτω που αλλάζουν. Χρωματιστοί και στρόγγυλοι.</p>

	<p>► <b>Εικόνα 33 και 34</b>→</p> <p><i>[Πιστεύετε ότι βοηθάει τα παιδιά αυτή η αναπαράσταση για την αλλαγή χρώματος ή προτείνετε να γίνει με διαφορετικό τρόπο;]</i></p> <p><b>MN6.4:</b> Στη διδακτική της ναυοτεχνολογίας στο δημοτικό δεν βάζουμε καθόλου νούμερα. Να μπουν περιγραφικοί όροι.</p>	<p><b>ΠΑ10.4:</b> Στο σχήμα με το βελάκι, μεταξύ 100 και 50 να έχει ένα χρώμα, μεταξύ 50 και 20 άλλο χρώμα. Επίσης, να υπάρχει επεξήγηση πριν την εικόνα, λέγοντας «Βλέπεις αυτό εδώ το βελάκι; Δείχνει τα χρώματα που μπορείς να πάρεις!»</p> <p><b>ΠΑ11.4:</b> Το βελάκι να απεικονίζεται με πιο ποιοτικό τρόπο, για παράδειγμα σαν χωνί.</p> <p><b>ΠΑ12.4:</b> Μπορούμε να βάλουμε μία σκάλα. Στην κορυφή της να είναι ο κορονοϊός, για να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης, και όσο θα κατεβαίνω τη σκάλα, τόσο πιο μικρά είναι και τα κομματάκια.</p>
--	--	---

**Πίνακας 6:** Τα σημεία που θα δυσκολέψουν τους μαθητές λόγω της ασάφειας στις εικόνες της ιστορίας και οι προτεινόμενες αλλαγές από τους εκπαιδευτικούς.

Η τέταρτη, και τελευταία, κατηγορία περιλαμβάνει τις δυσκολίες κατανόησης λόγω ασάφειας στις εικόνες της ιστορίας. Σε αυτήν την κατηγορία εντοπίζονται, επίσης, αρκετές MN, συγκεκριμένα έξι (6). Μία (1) από αυτές αναφέρει ότι οι εικόνες που επιλέγονται πρέπει να απεικονίζουν ξεκάθαρα το στοιχείο που θέλουμε να εστιάσουν τα παιδιά, χωρίς να αποσπάται η προσοχή τους από κάτι άλλο. Για παράδειγμα, οι φωτογραφίες που απεικονίζονται στην Εικόνα 28 δεν αναδεικνύουν αυτό που θέλουμε. Δηλαδή, οι μαθητές αντί να εστιάσουν στα χρώματα του βιτρό, θα επικεντρωθούν στο περιστέρι και το σταυρό.



**Εικόνα 28:** Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν για την παρουσίαση του βιτρό.

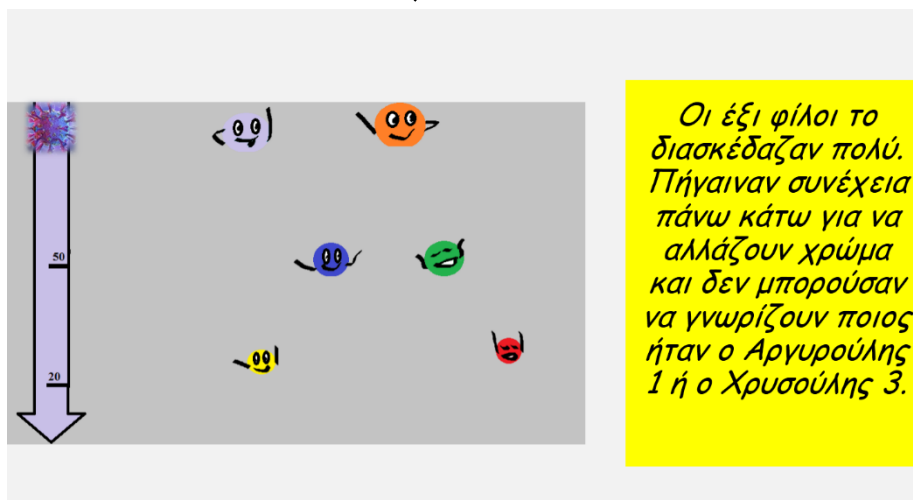
Τρεις (3) ΜΝ κάνουν λόγο για αναντιστοιχία της εικόνας με το κείμενο. Για παράδειγμα, ενώ στο κείμενο αναφέρεται ότι δεν βλέπουμε πλέον τα κομματάκια αργυρού και χρυσού με τα μάτια μας, η εικόνα τα δείχνει να είναι πολύ μικρά, οπότε στην ουσία μπορούμε ακόμα να τα δούμε (Εικόνα 29 και 30). Επίσης, ενώ στα κομμάτια μετάλλου έχουν δοθεί ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά (ονόματα-υποκοριστικά), αυτά δεν αποτυπώνονται στις εικόνες διότι συνεχίζουμε να βλέπουμε ένα κομμάτι μέταλλο (Εικόνα 29 και 30). Μια άλλη παρατήρηση αφορά την ασυνέπεια στα σκίτσα σχετικά με τους Αργυρούληδες -Χρυσούληδες ως μέταλλα και ως νανοκομματάκια. Οι εκπαιδευτικοί τονίζουν ότι δεν υπάρχει ομαλή μετάβαση από τη μία μορφή στην άλλη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σύγχυσης στους μαθητές (Εικόνα 31).



**Εικόνα 29:** Η αναπαράσταση της σμίκρυνσης των αργυρών κομματιών.



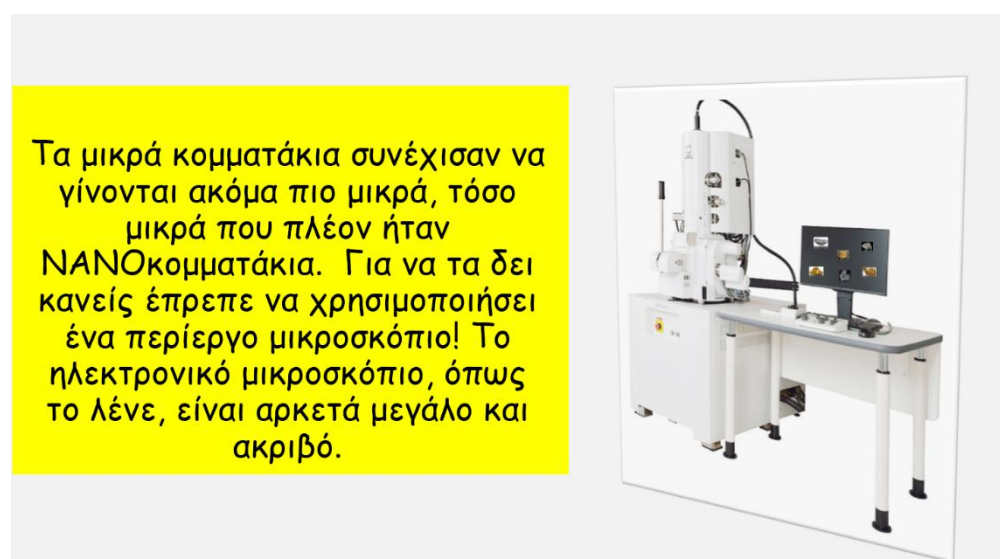
**Εικόνα 30:** Η αναπαράσταση της σμίκρυνσης των χρυσών κομματιών.





**Εικόνα 31:** Οι Αργυρούληδες και Χρυσούληδες ως κομμάτια μετάλλου και ως νανοκομματάκια.

Μία (1) άλλη ΜΝ υπογραμμίζει τη σημασία της ουσιαστικής αξιοποίησης της εικόνας και όχι απλώς την τοποθέτησή της. Για παράδειγμα, στην ιστορία γίνεται αναφορά στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και παρουσιάζεται μια φωτογραφία του (Εικόνα 32). Ωστόσο, δεν συμβάλλει στη κατανόηση της ιστορίας, καθώς δεν εμφανίζονται στην οθόνη του τα νανοκομματάκια που άλλαξαν μέγεθος και χρώμα. Δηλαδή, δεν διασαφηνίζεται ότι μας βοηθάει να δούμε τα νανοκομματάκια που μίκρυναν πολύ και δεν μπορούμε να τα δούμε με τα μάτια μας.



**Εικόνα 32:** Η φωτογραφία του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.

Τέλος, μία (1) ΜΝ τονίζει τη σημασία της ποιοτικής αναπαράστασης για την αλλαγή χρώματος των νανοσωματιδίων με βάση το μέγεθος, χωρίς τη χρήση αριθμών (Εικόνα 33 και 34). Στη διδασκαλία της νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο δεν χρησιμοποιούνται καθόλου αριθμοί, όπως τονίζει ένας εκπαιδευτικός.



**Εικόνα 33:** Η αναπαράσταση της αλλαγής χρώματος με βάση το μέγεθος των αργυρών νανοσωματιδίων.



**Εικόνα 34:** Η αναπαράσταση της αλλαγής χρώματος με βάση το μέγεθος των χρυσών νανοσωματιδίων.

Οι προτάσεις αλλαγών που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί σε αυτήν την κατηγορία είναι οι ακόλουθες: Αρχικά, όταν θέλουμε να δείξουμε μια εικόνα στους μαθητές, να επιλέγουμε κάποια που θα απεικονίζει το στοιχείο στο οποίο θέλουμε να εστιάσουν, χωρίς να αποσπά την προσοχή τους κάποιο άλλο, πιο έντονο, χαρακτηριστικό. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να εστιάσουν στα πολλά χρώματα του βιτρό, η εικόνα θα πρέπει να δείχνει ένα τζάμι με πολλά χρώματα, χωρίς να υπάρχει κάποιο σχέδιο πάνω του, όπως ένα περιστέρι (Εικόνα 29).

Έπειτα, να φροντίζουμε οι εικόνες να απεικονίζουν αυτά που περιγράφονται στο κείμενο, έτσι ώστε να μην δημιουργηθεί κάποια σύγχυση στους μαθητές λόγω της αναντιστοιχίας μεταξύ του κειμένου και της εικόνας. Παραδείγματος χάριν, μία από τις προτάσεις των εκπαιδευτικών προκειμένου να απεικονίσουμε τα κομματάκια αργυρού και χρυσού που έγιναν νανοκομματάκια και δεν μπορούμε να τα δούμε με τα μάτια μας είναι η ακόλουθη: *«Επειδή λέμε ότι μπαίνουν σε ένα δωμάτιο, και κάνουν μία διαδρομή, θα μπορούσε να υπάρχει ένας δρόμος. Να ήταν, δηλαδή, η πόρτα πάνω αριστερά, όπου θα ήταν τα κομμάτια όπως στις πρώτες εικόνες (σε μορφή μετάλλου), και σιγά-σιγά στο τέλος του δρόμου να μην φαίνονται καθόλου, να υπάρχει μία εικόνα με μάτι που να έχει πάνω ένα «χ».* Μια εξίσου ωραία πρόταση είναι η ακόλουθη: *«Θα μπορούσες να βάλεις κάτω-κάτω (στα βελάκια) τα ίδια τετραγωνάκια που έχει πάνω από το βελάκι, όμως μόνο με το όνομα, χωρίς να φαίνεται τίποτα. Να αφαιρέσει, δηλαδή, το μέταλλο από την εικόνα για να καταλάβει σίγουρα ότι έμεινε το όνομα, αλλά δεν υπάρχει τίποτα που να μπορείς να δεις με το μάτι»* (αντί των Εικόνων 29 και 30). Επίσης, τονίζουν ότι είναι σημαντικό να φαίνεται στο σχέδιο και μια πόρτα που θα είναι, για παράδειγμα ανοιχτή, έχοντας πάνω την επιγραφή «Προσοχή!! Αν περάσεις την πόρτα θα μικρύνεις πολύ», προκειμένου να συνδεθεί με το προηγούμενο κομμάτι της ιστορίας που είδαν το δωμάτιο της αλλαγής μεγέθους (Εικόνες 29 και 30).

Στις εικόνες 29 και 30 παρατηρούμε ότι στα μέταλλα έχουν δοθεί ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά, δηλαδή ονόματα-υποκοριστικά. Όμως, πέρα από τα ονόματα δεν υπάρχει κάποιο άλλο στοιχείο που να δηλώνει τον ανθρωπομορφισμό τους. Γι' αυτό, οι εκπαιδευτικοί πρότειναν την προσθήκη χεριών, ματιών και στόματος στα μέταλλα, προκειμένου να γίνει σύνδεση και με τα παρακάτω σκίτσα (που απεικονίζονται ως νανοκομματάκια), στα οποία παρουσιάζονται με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, αλλά με διαφορετικό μέγεθος και χρώμα (Εικόνα 31).

Για την ομαλή μετάβαση από τα κομμάτια μετάλλου στα νανοκομματάκια (Εικόνα 31) οι εκπαιδευτικοί πρότειναν η αναπαράσταση να γίνει στο σημείο που τα

κομματάκια (οι Αργυρούληδες και Χρυσούληδες) μπαίνουν στο δωμάτιο (Βλ. Πίνακα 6, MN2.4→ ΠΑ.3.4, ΠΑ4.4., ΠΑ5.4). Πιο συγκεκριμένα, πριν περάσουν την πόρτα θα απεικονίζονται ως κομματάκια μετάλλων και μόλις περάσουν την πόρτα θα παρουσιάζονται ως νανοκομματάκια, στρόγγυλα και με χρώματα. Με την αλλαγή που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί και στις εικόνες 29 και 30 (βλ. προηγούμενη παράγραφο) η μετάβαση θα γίνει ακόμα πιο ομαλά.

Ακόμη, σημαντική είναι η ουσιαστική αξιοποίηση των εικόνων και όχι η απλή τοποθέτησή τους. Για παράδειγμα, με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μπορούμε να δούμε τα νανοκομματάκια. Όμως, αυτό πρέπει να φανεί στην εικόνα (Εικόνα 32). Να εμφανίζονται στην οθόνη του μικροσκοπίου τα νανοκομματάκια που έχουν αλλάξει μέγεθος και χρώμα.

Τέλος, η αναπαράσταση της αλλαγής του χρώματος με βάση το μέγεθος πρέπει να γίνεται με ποιοτικό τρόπο, χωρίς την αναφορά αριθμών (Εικόνα 33 και 34). Μία από τις ιδέες που πρότειναν οι εκπαιδευτικοί είναι η εξής: *«Μπορούμε να βάλουμε μία σκάλα. Στην κορυφή της να είναι ο κορονοϊός, για να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης, και όσο θα κατεβαίνω τη σκάλα, τόσο πιο μικρά είναι και τα κομματάκια»* και το κάθε σκαλοπάτι θα έχει ένα χρώμα». Όπως υπογραμμίζουν οι εκπαιδευτικοί, η χρήση της σκάλας θα βοηθήσει στην κατανόηση των μαθητών επειδή χρησιμοποιείται στην Α΄ και Β΄ Δημοτικού για τη διδασκαλία των αριθμών. Απεικονίζει συμβολικά ότι όσο πιο κάτω πάμε, τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός.

## 4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα έρευνα είχε σκοπό να ερευνηθεί τον τρόπο αξιολόγησης εκπαιδευτικού υλικού σχετικά με το νανοπολιτισμό για το Δημοτικό σχολείο, από τέσσερις εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Όλοι οι εκπαιδευτικοί είχαν λάβει επιμόρφωση σε θέματα διδακτικής της νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο. Ειδικότερα, στόχος ήταν να ερευνηθεί τι ακριβώς αξιολογούν, δηλαδή οι επισημάνσεις (διορθώσεις, παραλείψεις, αλλαγές, συμπληρώσεις κτλ.) που πραγματοποιούν, ώστε το εκπαιδευτικό υλικό να θεωρηθεί κατάλληλο για εφαρμογή στη Β΄ Δημοτικού.

Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορούμε να πούμε ότι οι εκπαιδευτικοί λαμβάνουν υπόψη τους τέσσερις (4) παράγοντες για την καταλληλότητα του υλικού. Αρχικά, τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών, δηλαδή πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη γνώση στη συγκεκριμένη ηλικία. Έπειτα, τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει μέχρι εκείνη τη στιγμή, δηλαδή, τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, καθώς επίσης και τη σαφήνεια του γραπτού κειμένου που θα επιτρέψει στους μαθητές να κάνουν κτήμα τους τη νέα γνώση, χωρίς τη δημιουργία παρανοήσεων. Τέλος, σημαντική είναι η επιλογή των κατάλληλων εικόνων. Θα πρέπει να απεικονίζουν ξεκάθαρα το στοιχείο που θέλουμε να αναδείξουμε, να βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα λεγόμενα του κειμένου και να απεικονίζουν με ποιοτικό τρόπο τις έννοιες που θέλουμε να διδάξουμε.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας, φαίνεται η αναγκαιότητα της συνεργασίας των ερευνητών-σχεδιαστών εκπαιδευτικού υλικού (Πανεπιστήμιο) με εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (Υποχρεωτική Εκπαίδευση). Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από τις αλλαγές που προτάθηκαν από τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς στην πρώτη έκδοση του εκπαιδευτικού υλικού, όπως αυτή προέκυψε από την ομάδα των ερευνητών. Ειδικότερα, καταγράφηκαν αρκετές παρατηρήσεις στην κατηγορία K3 «Αξιολόγηση με βάση την ασάφεια στο γραπτό κείμενο της ιστορίας», ενώ η αμέσως επόμενη κατηγορία με τις περισσότερες αλλαγές ήταν η K4 «Αξιολόγηση με βάση την ασάφεια στις εικόνες της ιστορίας». Δηλαδή, οι περισσότερες από τις προτάσεις των εκπαιδευτικών αφορούσαν στο να γίνει πιο συγκεκριμένο το κείμενο που συνόδευε τις εικόνες (π.χ. τι το ιδιαίτερο παρατηρείς σε αυτήν την εικόνα που αφορά το χρώμα των βιτρό και όχι απλά τι το ιδιαίτερο παρατηρείς σε αυτήν την εικόνα) για τους μαθητές του Δημοτικού Σχολείου. Επιπλέον, ιδιαίτερα σημαντική αποδείχτηκε η συνεισφορά των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών στο να αποσαφηνιστεί η προϋπάρχουσα γνώση των

μαθητών της Β΄ Δημοτικού, σε έννοιες όπως «αγγείο», «βιτρό» κτλ. Οι σχεδιαστές του εκπαιδευτικού υλικού θεώρησαν τις παραπάνω έννοιες γνωστές για τους μαθητές της Β΄ Δημοτικού, κάτι που οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί αμφισβήτησαν έντονα. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει το αρχικό συμπέρασμα περί της αναγκαιότητας της συνεργασίας μεταξύ ερευνητών του Πανεπιστημίου και εν ενεργεία εκπαιδευτικών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης.

Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εν ενεργεία εκπαιδευτικοί προκρίνουν την ποιοτική προσέγγιση του περιεχομένου του ναυπολιτισμού στις μικρές τάξεις του Δημοτικού Σχολείου. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι συμφώνησαν ότι οι μαθητές θα δυσκολευόντουσαν να κατανοήσουν τους αριθμούς που αναπαριστούσαν τα απόλυτα μεγέθη των ναυκομματιών αργυρού και χρυσού. Οι προτάσεις τους για αλλαγή συμπερίλαβαν την αντικατάσταση των αριθμών με ένα διάγραμμα με σκάλες χωρίς νούμερα, όπως χρησιμοποιείται στα σχολικά βιβλία της Β΄ Δημοτικού, για να δηλωθεί η ποιοτική αλλαγή-μείωση του μεγέθους. Η απόδοση του απόλυτου μεγέθους σε ένα αντικείμενο αναγνωρίζεται ως μία ιδιαίτερα σύνθετη γνωστική μαθηματική διαδικασία που περιλαμβάνει την απόδοση στο μέγεθος του αντικειμένου ενός αριθμού συνοδευόμενο από μονάδες μέτρησης (Magana et al., 2012). Αυτό δείχνει ότι τόσο οι ερευνητές όσο και οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί έδωσαν για το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού ιδιαίτερη σημασία στο γνωστικό επίπεδο-προϋπάρχουσα γνώση των μαθητών.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ως επόμενο βήμα της έρευνας προτείνεται ο μετασχηματισμός του εκπαιδευτικού υλικού, σύμφωνα με τις προτάσεις αλλαγών που έγιναν από τους εκπαιδευτικούς. Ακολούθως, ως περαιτέρω βήμα θα μπορούσε να αποτελέσει η εφαρμογή του σε μαθητές Β΄ Δημοτικού, προκειμένου να γίνει καταγραφή της αποτελεσματικότητάς του εντός του σχολικού πλαισίου, αλλά και των εντυπώσεων και προβληματισμών των μαθητών. Επιπλέον, ως επόμενο βήμα, θα μπορούσε να είναι ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού με περιεχόμενο άλλα επιτεύγματα του ναυπολιτισμού, όπως των αττικών αγγείων, του κυπέλου του Λυκούργου κτλ. Ως μεθοδολογία στο σχεδιασμό, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε σε αυτήν την εργασία.

Κλείνοντας, η παρούσα εργασία είχε ως βασικό στόχο τον σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού υλικού με περιεχόμενο τον ναυπολιτισμό στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Βασικό χαρακτηριστικό του υλικού αποτελεί η διεπιστημονική προσέγγιση, καθώς, μεταξύ άλλων επιχειρείται η πλοκή ενός σύγχρονου περιεχομένου,

όπως αυτό της N-ET με τα επιτεύγματα των αρχαίων πολιτισμών. Η βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε την σημασία του εγχειρήματος αυτού στην ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών αλλά και την έλλειψη προσπαθειών εισαγωγής του περιεχομένου αυτού στο Δημοτικό Σχολείο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πρώτο βήμα προς αυτήν την κατεύθυνση μπορεί να αποτελέσει η συνεργασία Πανεπιστημίου – εν ενεργεία εκπαιδευτικών. Τα επόμενα βήματα περιλαμβάνουν την εφαρμογή στην τάξη και την αξιολόγηση της εφαρμογής ως προς την επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων καθώς και ως προς το έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### Ξενόγλωσσες

Andina, R. E., Rahmawati, Y. , Budi, S. (2019). Improved learning designs for shaping Indonesia's future science teachers applied in a nanoscience project. *Issues in Educational Research*, 29(4), 997-1015.

Chady, S. (2015). *Weighing the benefits and Risks of Nanotechnology*. Retrieved March 9, 2020, from: [https://www.perkinelmer.com.cn/lab-solutions/resources/docs/WHT\\_Understanding-Nanotechnology-White-Paper-012252\\_01.pdf](https://www.perkinelmer.com.cn/lab-solutions/resources/docs/WHT_Understanding-Nanotechnology-White-Paper-012252_01.pdf)

Chan, C. (2016). From Nanotech to Nanoscience. *Science History Institute*. Retrieved March 9, 2020 from: <https://www.sciencehistory.org/distillations/magazine/from-nanotech-to-nanoscience>

Chiari, G. , Giustetto, R. , Druzik, J. , Doehne, E. , Ricchiardi, G. (2007). Pre-columbian nanotechnology: reconciling themysteries of the maya blue pigment. *Applied Physics A*, 90(1), 3-7. Doi: 10.1007/s00339-007-4287-z

Dillmann, P., Bellot – Gurlet, L., Nenner, I. (2016). *Nanoscience and Cultural Heritage*. Atlantis Press. Doi: 10.2991/978-94-6239-198-7.

Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, 62(1), 107-115.

Freestone, I. , Meeks, N. , Sax, M. , Higgitt, C. (2007). *The Lycurgus Cup – A Roman Nanotechnology*. Retrieved February 21, 2020 from: <http://master-mcn.u-strasbg.fr/wp-content/uploads/2015/09/lycurgus.pdf>

Giroday, M., Turner, R. (2015). Steep (I): a digital poetry of gold nanoparticles. Retrieved March 9, 2020 from: [https://isea2015.org/proceeding/submissions/ISEA2015\\_submission\\_74.pdf](https://isea2015.org/proceeding/submissions/ISEA2015_submission_74.pdf)

Hulla, J. E., Sahu, A. W., Hayes, A. W. (2015) Nanotechnology: History and future. *Sage Journals*. 34(12), 1318-1321.

Kumar, N., & Kumbhat, S. (2016). *Essentials in Nanoscience and Nanotechnology*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology. *Science education international*, 21(3), 160-175.

Magana, A. J., Brophy, S. P., & Bryan, L. A. (2012). An integrated knowledge framework to characterize and scaffold size and scale cognition (FS2C). *International Journal of Science Education* , 34, 2181-2203.



Murty, B. S., Shankar, P., Raj, B., Rath, B. B., & Murday, J. (2013). *Textbook of nanoscience and nanotechnology*. Berlin: Springer Science & Business Media.

### Ελληνικές

Δρογγίτη, Ε. , Μάνου, Λ. , Πέικος, Γ. , Σπύρτου, Α. (2015). Διδασκαλία της Νανοεπιστήμης-Νανοτεχνολογίας (N-ET) στο δημοτικό σχολείο: μελέτη του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη N-ET. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 8-10 Μαΐου 2015 (σσ.1073, 1075)

Μάνου, Λ. & Σπύρτου, Α. (2013). Η εισαγωγή της Νανοεπιστήμης -Νανοτεχνολογίας στην υποχρεωτική εκπαίδευση: βιβλιογραφική επισκόπηση του περιεχομένου και σύνδεση του με το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες. *8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 26-28 Απριλίου 2013 (σσ. 664-668)

Μάνου, Λ. , Καζαής, Κ. , Μπλόχου, Σ. , Τριανταφυλλίδου, Ρ. , Μήττα, Α. , Σπύρτου, Α. (2015). Δραστηριότητες για την εισαγωγή στοιχείων της Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. *9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 8-10 Μαΐου 2015 (σσ. 1066)

Πέικος, Γ. (2016). *Σχεδιασμός, ανάπτυξη και αξιολόγηση διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για τη διδασκαλία περιεχομένου της Νανοεπιστήμης – Νανοτεχνολογίας στο Δημοτικό σχολείο*. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.

Πετσιβα, Μ. , Σπύρτου, Α. , Μάνου, Λ. , Παπαθανασίου, Ο. (2019). *Σχεδιασμός, ανάπτυξη και εφαρμογή εκπαιδευτικού υλικού σε πρόγραμμα ERASMUS+: ο πολιτισμός στην κλίμακα του νάνο μέσα από τα βιτρό της Αναγέννησης*.

Χαλκιά, Κ. (2012). *ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη. (σσ. 25-47)

## 6.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Εκπαιδευτικό υλικό

► Η ιστορία «Τα νανοκομματάκια και οι κρυφές ταυτότητές τους»

#### Διαφάνεια 1



#### Διαφάνεια 2

Ήταν μια ηλιόλουστη ημέρα και η Μιχαέλα καθόταν στο παγκάκι έξω από το σπίτι της, όταν πέρασε ο γείτονάς της, ο Λουκάς.

**Μ:** Γεια σου Λουκά, τι κάνεις;

**Λ:** Καλά, Μιχαέλα, εσύ; Τι είναι αυτό το βιβλίο που κρατάς;



### Διαφάνεια 3

**Μ:** Είναι ένα βιβλίο που κόλλησα εικόνες από κάποια αρχαία αντικείμενα. Πρώτα όμως έφτιαξα αυτή τη γραμμή για να τα βάλω σε μια σειρά και να δω πότε φτιάχτηκαν.

**Λ:** Και γιατί υπάρχουν μόνο αυτά τα αντικείμενα;

**Μ:** Γιατί δεν είναι όπως τα υπόλοιπα αντικείμενα, έχουν κάτι που τα κάνει ξεχωριστά. Κάτσε να σου δείξω τις φωτογραφίες για να καταλάβεις από μόνος σου.



### Διαφάνεια 4



**Μ:** Αυτό εδώ είναι ένα αρχαίο ελληνικό αγγείο. Πώς σου φαίνεται; Τι το ιδιαίτερο παρατηρείς;

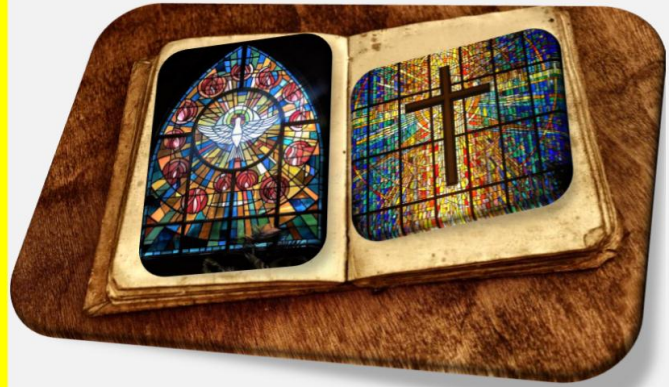
**Λ:** .....

.....

### Διαφάνεια 5

**Μ:** Για δες και αυτά εδώ!  
Αυτές οι εικόνες απεικονίζουν  
τα βιτρό στα τζάμια των  
εκκλησιών στην εποχή της  
Αναγέννησης. Είναι  
χρωματισμένα γυαλιά. Δεν  
έχουν κάτι που σε  
εντυπωσιάζει;

**Λ:** .....



### Διαφάνεια 6

**Μ:** Δεν αναρωτιέσαι πώς κατάφεραν να φτιάξουν αυτά τα  
εντυπωσιακά αρχαία αντικείμενα;

**Λ:** Τώρα που το λες, ναι. Θα ήθελα να μάθω!

**Μ:** Λοιπόν, εγώ ξέρω! Βοήθησαν τα νανοκομματάκια που  
υπάρχουν μέσα στα αντικείμενα.

**Λ:** Νανοκομματάκια; Τι εννοείς;

**Μ:** Τα νανοκομματάκια είναι πάρα, μα πάρα πολύ μικρά  
κομματάκια και μπορούν να κάνουν απίστευτα πράγματα!  
Φυσικά, δεν μπορούμε να τα δούμε με γυμνό μάτι, αλλά  
χρειαζόμαστε τη βοήθεια ενός ειδικού οργάνου. Λοιπόν,  
θα σου πω το παραμύθι που μου διαβάζει ο μπαμπάς μου  
για τα βιτρό της εποχής της Αναγέννησης.





## Διαφάνεια 7



Αργυρούλης 1

Αργυρούλης 2

Αργυρούλης 3

Χρυσούλης 1

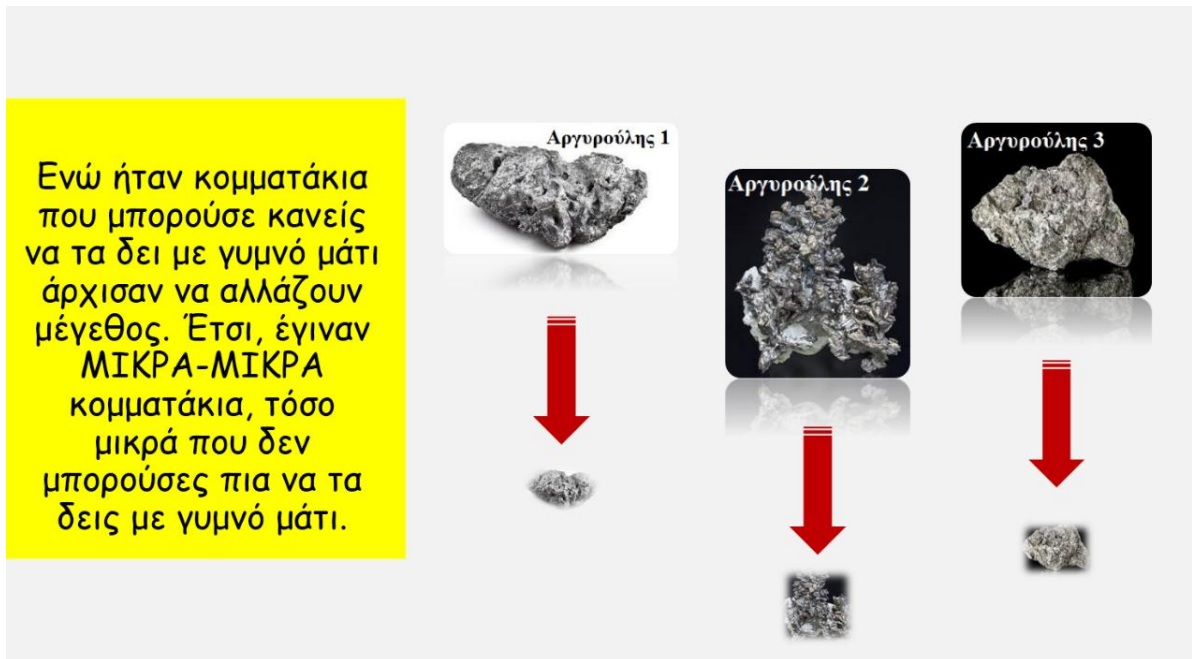
Χρυσούλης 2

Χρυσούλης 3

Ήταν που λες τρία κομματάκια αργύρου, ο αργυρούλης 1, ο αργυρούλης 2 και ο αργυρούλης 3 και τρία κομματάκια χρυσού, ο χρυσούλης 1, ο χρυσούλης 2 και ο χρυσούλης 3, τα οποία ήταν καλοί φίλοι. Καθώς ήταν ζωηρά πήγαιναν συνέχεια πέρα δώθε και ήθελαν να δοκιμάζουν διάφορα πράγματα.

Έτσι, μια μέρα όπως έπαιζαν, είδαν ένα δωμάτιο που έγγραφε από έξω «ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΜΕΓΕΘΟΥΣ!». Γεμάτο περιέργεια τα κομματάκια αποφάσισαν να περάσουν την πόρτα για να δουν τι υπήρχε εκεί μέσα.

## Διαφάνεια 8



Ενώ ήταν κομματάκια που μπορούσε κανείς να τα δει με γυμνό μάτι άρχισαν να αλλάζουν μέγεθος. Έτσι, έγιναν ΜΙΚΡΑ-ΜΙΚΡΑ κομματάκια, τόσο μικρά που δεν μπορούσες πια να τα δεις με γυμνό μάτι.

Αργυρούλης 1

Αργυρούλης 2

Αργυρούλης 3

Διαφάνεια 9



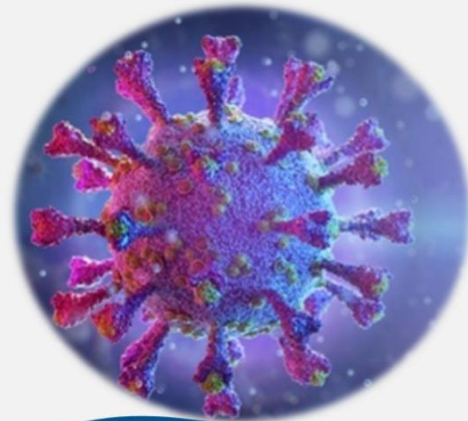
Διαφάνεια 10

Τα μικρά κομματάκια συνέχισαν να γίνονται ακόμα πιο μικρά, τόσο μικρά που πλέον ήταν ΝΑΝΟκομματάκια. Για να τα δει κανείς έπρεπε να χρησιμοποιήσει ένα περίεργο μικροσκόπιο! Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, όπως το λένε, είναι αρκετά μεγάλο και ακριβό.



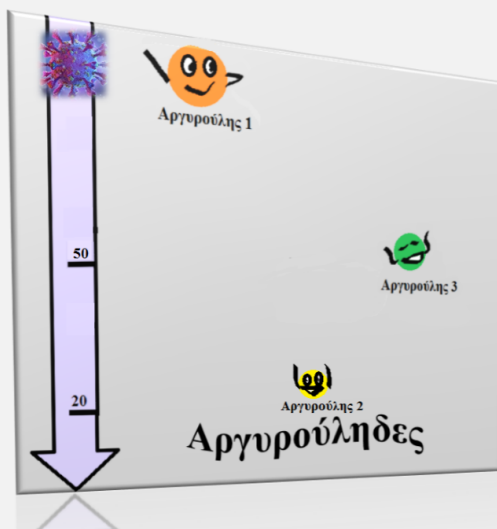
Διαφάνεια 11

Με το ηλεκτρονικό  
μικροσκόπιο μπορείς να  
δεις και τους ιούς,  
όπως είναι ο  
κορονοϊούλης!!



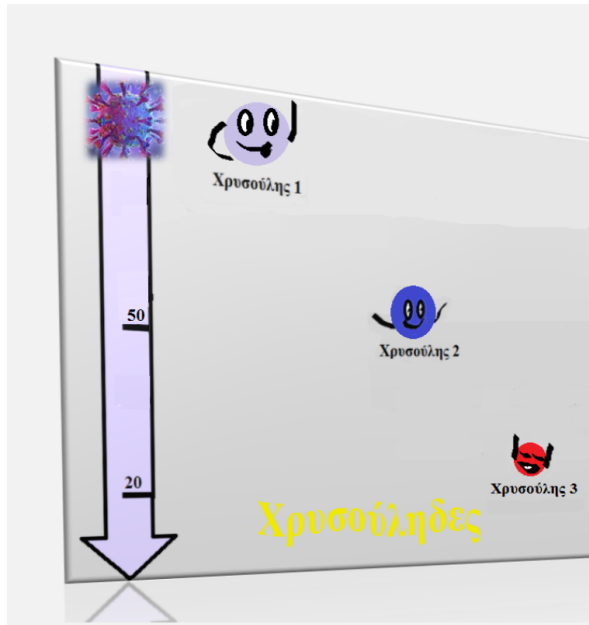
Κορονοϊούλης

Διαφάνεια 12



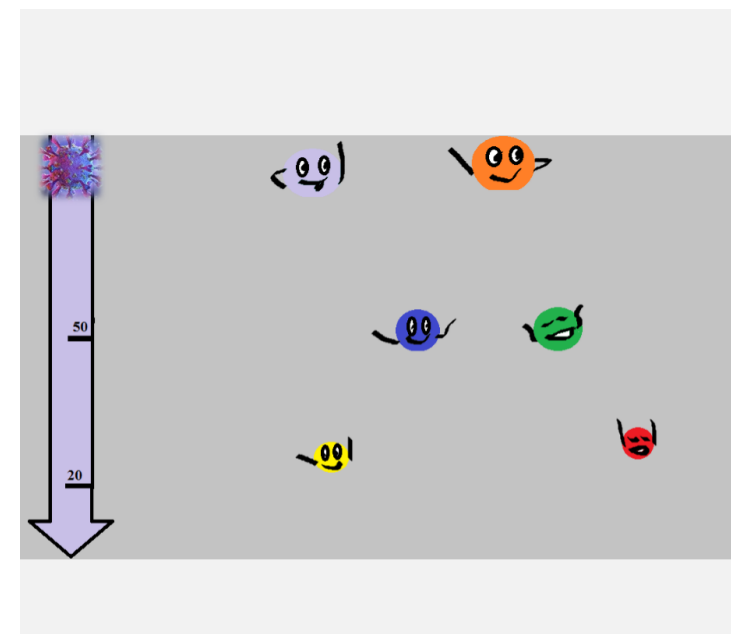
Μόλις όμως έγιναν νανοκομματάκια  
τους περίμενε μια ακόμα έκπληξη.  
Άρχισαν να αλλάζουν και χρώματα!!  
Όταν τα αργυρά νανοκομματάκια  
είχαν ίδιο μέγεθος με τον  
κορονοϊούλη γινόντουσαν πορτοκαλί,  
όταν το μέγεθός τους ήταν το μισό  
από του κορονοϊούλη, γινόντουσαν  
πράσινα και όταν το μέγεθός τους  
ήταν σχεδόν το μισό από το πράσινο,  
τότε έπαιρναν κίτρινο χρώμα.

### Διαφάνεια 13



Από την άλλη, όταν οι φίλοι τους, τα χρυσά νανοκομματάκια, είχαν ίδιο μέγεθος με τον κορονοϊούλη, το χρώμα τους ήταν ανοιχτό μοβ. Όταν το μέγεθός τους γινόταν το μισό, το χρώμα τους ήταν μπλε, ενώ όταν το μέγεθός τους ήταν σχεδόν το μισό από το μπλε, τότε έπαιρναν κόκκινο χρώμα.

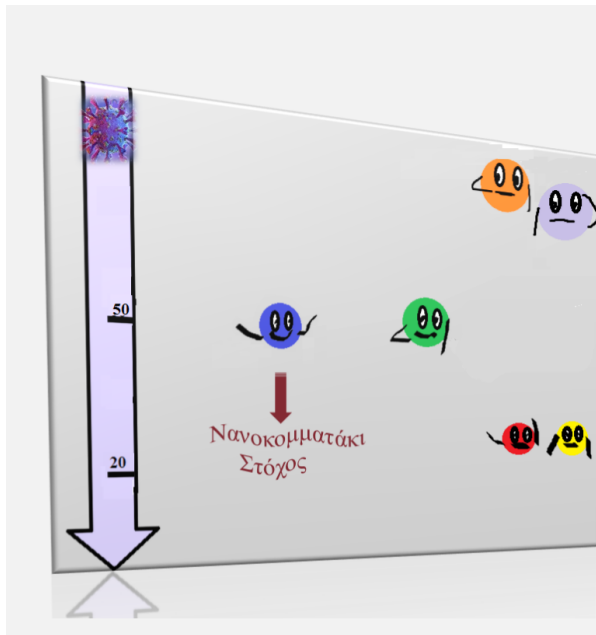
### Διαφάνεια 14



Οι έξι φίλοι το διασκέδαζαν πολύ. Πήγαιναν συνέχεια πάνω κάτω για να αλλάζουν χρώμα και δεν μπορούσαν να γνωρίζουν ποιος ήταν ο Αργυρούλης 1 ή ο Χρυσούλης 3.

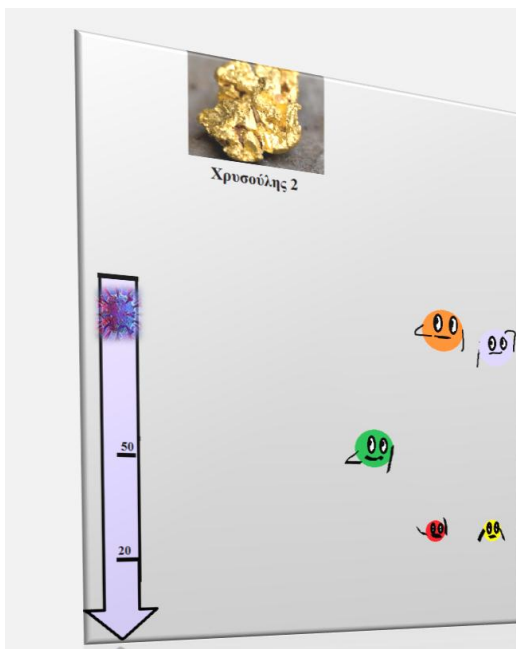


Διαφάνεια 15



Έτσι, αποφάσισαν να παίξουν το παιχνίδι «μάντεψε ποιος είμαι». Ένα νανοκομματάκι γινόταν ο «στόχος» και τα υπόλοιπα προσπαθούσαν να μαντέψουν αν είναι ο Αργυρούλης 1, 2 ή 3 ή ο Χρυσούλης 1, 2 ή 3.

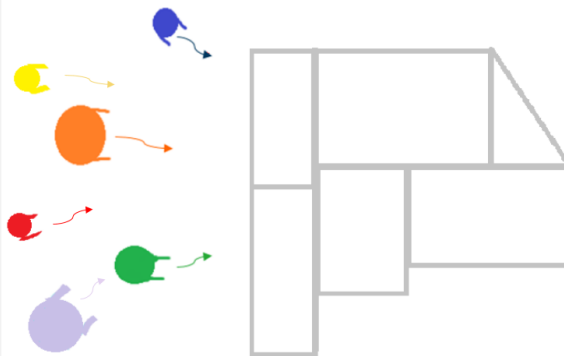
Διαφάνεια 16



Μόλις μάντεψαν όλοι, το νανοκομματάκι-στόχος πήγαινε πάλι πάνω πάνω για να αλλάξει μέγεθος και να πάρει το αρχικό του χρώμα, ώστε να καταλάβουν οι υπόλοιποι ποιος είναι!

### Διαφάνεια 17

Για λίγη ακόμα ώρα συνέχιζαν να παίζουν αλλάζοντας χρώμα και μέγεθος, μέχρι που είδαν κάποιους τεχνίτες που ετοίμαζαν παράθυρα. Και τότε τους ήρθε μία καταπληκτική ιδέα! Να βοηθήσουν τους τεχνίτες! Άρχισαν, λοιπόν, να πλησιάζουν τα παράθυρα.



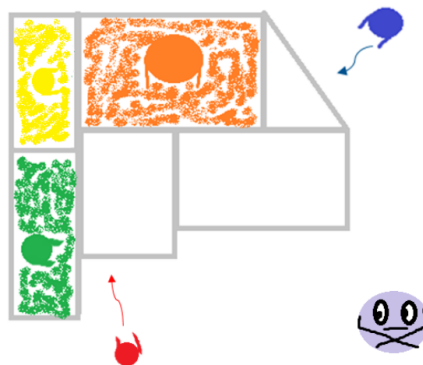
### Διαφάνεια 18

Είχαν φτάσει αρκετά κοντά στα παράθυρα και στεκόντουσαν να τα κοιτάνε, όταν ακούστηκε ο Αργυρούλης 1: «Παιδιά, μου ήρθε μια ιδέα! Εάν μπαίναμε μέσα στο γυαλί που έχουν τα παράθυρα...τότε τα παράθυρα θα αποκτούσαν τα χρώματά μας!»  
Χρυσούλης 1: «Ναι, αλλά αν παγιδευτούμε μέσα στα παράθυρα;»  
Αργυρούλης 1: «Δεν πειράζει, θα έχουμε βοηθήσει να φτιαχτεί κάτι ωραίο.»  
Χρυσούλης 1: «Μα...»  
Δεν πρόλαβε να ολοκληρώσει την πρότασή του όταν τα υπόλοιπα νανοκομματάκια συμφώνησαν με τον Αργυρούλη 1.



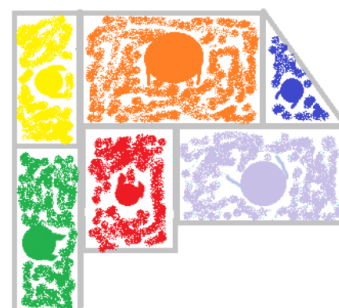
### Διαφάνεια 19

Το πρώτο βήμα έκανε ο Αργυρούλης 1. Μπήκε μέσα σε ένα τζάμι και αυτό άρχισε να γίνεται πορτοκαλί. Τότε, ακολούθησαν ο Αργυρούλης 2 και 3. Μπήκαν και αυτοί σε τζάμια και αυτά άρχισαν να γίνονται κίτρινα και πράσινα. Τα χρυσά νανοκομματάκια ενθουσιάστηκαν και έτρεξαν να μπούνε και αυτά σε κάποιο τζάμι! Βέβαια, δεν ενθουσιάστηκαν όλοι, ο Χρυσούλης 1 φοβόταν ακόμη να μπει.



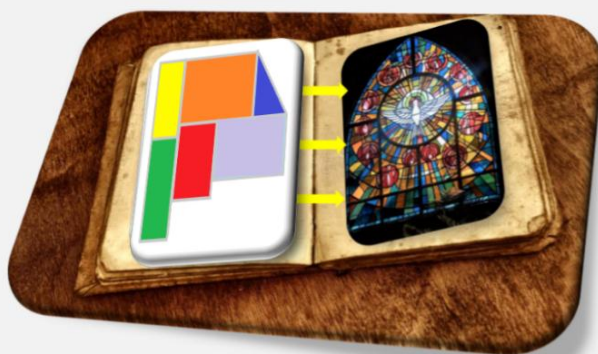
### Διαφάνεια 20

Έτσι, ο Χρυσούλης 2 και 3 μπήκαν στα τζάμια και αυτά άρχισαν να παίρνουν μπλε και κόκκινο χρώμα. Βλέποντας ο Χρυσούλης 1 τους φίλους του που το διασκεδάζαν αποφάσισε να κάνει το ίδιο. Και δεν το μετάνιωσε, τα υπόλοιπα νανοκομματάκια είχαν δίκιο!



### Διαφάνεια 21

Μετά από λίγο τα τζάμια είχαν χρωματιστεί τελείως και το χρώμα τους ήταν ωραίο και φωτεινό. Είχαν βοηθήσει τους τεχνίτες να φτιάξουν κάτι ξεχωριστό!



### Διαφάνεια 22



**Λ:** Ουάου! Αυτά τα κομματάκια όταν αλλάζουν μέγεθος και γίνονται πάρα πολύ μικρά που δεν μπορούμε να τα δούμε με το μάτι, δηλαδή όταν γίνονται νανοκομματάκια, μπορούν να αλλάζουν και χρώμα! Και οι τεχνίτες γνώριζαν πριν πολλά χρόνια για τα νανοκομματάκια και τα χρησιμοποιούσαν για να έχουν πιο ωραίο και φωτεινό χρώμα τα παράθυρα;

**Μ:** Ναι, έτσι είναι, αλλά οι τεχνίτες δεν γνώριζαν τι ακριβώς συνέβαινε. Δηλαδή, ήξεραν τα βήματα που έπρεπε να ακολουθήσουν, αλλά δεν γνώριζαν την επιστημονική γνώση που «κρυβόταν» από πίσω.

Διαφάνεια 23



Λ: Και με τα αρχαία Ελληνικά αγγεία τι γίνεται;

Μ: Χμμ...δεν το θυμάμαι πολύ καλά, θα ρωτήσω τον μπαμπά μου και θα σου το πω την επόμενη φορά!



Διαφάνεια 24



► *Οι δραστηριότητες που συνοδεύουν την ιστορία «Τα νανοκομματάκια και οι κρυφές ταυτότητές τους».*

### *A1) Η αξία του νανοπολιτισμού*

Αρχικά, θα γίνει παρουσίαση του power point, θα ακολουθήσει συζήτηση για την ιστορία που άκουσαν και στη συνέχεια θα απαντήσουν στις παρακάτω ερωτήσεις (για να αναδειχθεί η αξία γνώσης της N-ET σε θέματα πολιτισμού):

- Ερώτηση 1: Αν ήσουν ένας τεχνίτης που γνώριζε ότι τα νανοκομματάκια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην τέχνη, θα ήθελες να τα χρησιμοποιήσεις στα έργα σου ή όχι; Γιατί;
- Ερώτηση 2: Νομίζεις ότι τα νανοκομματάκια που έχουν βρεθεί σε αυτά τα αρχαία αντικείμενα είναι σημαντικά ή δεν θα υπήρχε σημαντική διαφορά χωρίς αυτά;
- Ερώτηση 3: Θα έλεγες στους φίλους και την οικογένειά σου για τα νανοκομματάκια που υπάρχουν στα αρχαία αντικείμενα ή θεωρείς ότι δεν χρειάζεται να το γνωρίζουν;

### *A2) Δημιουργία μοντέλου για τα νανοκομματάκια*

Με τη βοήθεια της πλαστελίνης οι μαθητές θα δημιουργήσουν αναπαραστάσεις για την αλλαγή χρώματος των νανοκομματιών με βάση το μέγεθός τους (λαμβάνοντας υπόψη την παρουσίαση για τον Αργυρούλη 1,2, 3 και τον Χρυσούλη 1,2,3).

### *A3) Παίζοντας με τα νανοκομματάκια*

Τα παιδιά θα χωριστούν σε ομάδες και θα μαζευτούν γύρω από ένα θρανίο, πάνω στο οποίο θα υπάρχει ένα κομμάτι βιτρό με τα χρώματα που αναφέρθηκαν στην παρουσίαση του power point. Τα παιδιά θα πρέπει να μαντεύουν αν πίσω από το κάθε χρώμα βρίσκεται ο Αργυρούλης ή ο Χρυσούλης, έτσι ώστε να μαζέψουν τους περισσότερους πόντους και να κερδίσουν.

## Απομαγνητοφώνηση της συζήτησης

**Εκπαιδευτικός 1: E1**

**Εκπαιδευτικός 2: E2**

**Εκπαιδευτικός 3: E3**

**Εκπαιδευτικός 4: E4**

**Ερευνήτρια: E**

### Αρχείο PowerPoint

#### Διαφάνεια 1 -3

**E:** Αρχικά, θα δούμε μια παρουσίαση PowerPoint για μια ιστορία που ονομάζεται «Τα νανοκομματάκια και οι κρυφές ταυτότητές του». Αναφέρεται στην αλλαγή χρώματος που προκαλεί η αλλαγή μεγέθους των νανοσωματιδίων, νανοκομματάκια, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Στη διαφάνεια 2 έχουμε την εισαγωγή όπου περιγράφεται ο χρόνος και ο τόπος των ομιλητών μας και, έπειτα, στη διαφάνεια 3 βλέπουμε ότι γίνεται η πρώτη αναφορά στο θέμα που θα αναλυθεί. Τα αρχαία τεχνουργήματα που περιέχουν νανοκομματάκια. Πιστεύετε ότι θα υπάρχει δυσκολία να κατανοήσουν τα παιδιά Β΄ Δημοτικού την ιστοριογραμμή;

**E2:** Τα παιδιά της Β΄ Δημοτικού δεν έχουν κατακτήσει την έννοια του χρόνου έτσι ώστε να μπορέσουν να διαβάσουν μια αριθμογραμμή. Επίσης, τους αριθμούς μετά το 1000 τους μαθαίνουν στη Γ΄ τάξη. Δηλαδή, δεν είναι εύκολο να κατανοήσουν την έννοια του χρόνου. Κατά τη γνώμη μου, δεν είναι σημαντικό στη Β΄ τάξη να οριοθετηθεί χρονολογικά γιατί δεν έχουν κατακτήσει την έννοια του χρόνου. Να μην μπουνε καθόλου οι ημερομηνίες. Να ξεκινήσει σαν ιστοριούλα, κάτι που έγινε τα παλιά τα χρόνια.

**E1:** Συμφωνώ με την E2, όσον αφορά το μέρος των αριθμών, πρέπει να φύγουν. Η ιδέα, όμως, της εξέλιξης από κάτι πιο παλιά μέχρι πιο σύγχρονα είναι εντάξει, αν έχει νόημα στην εξέλιξη της ιστορίας. Ακόμη, το αρχαίο ελληνικό αγγείο και το βιτρό είναι άγνωστες λέξεις για τα παιδιά

**E4:** Αν θέλουμε να δείξουμε ότι είναι παλιό, ας δείξουμε κάποια εικόνα που να ξεθάβουν ένα αγγείο ή μία παλιά εκκλησία που να έχει βιτρό, να μην είναι ξεκομμένα από το πλαίσιο τους. Μπορούμε να δείξουμε και ένα αγγείο μέσα σε ένα μουσείο.

**E2:** Μπορεί να παρουσιαστεί μία εικόνα που να δείχνει την ανασκαφή και μετά πώς είναι μέσα στο μουσείο.

**E3:** Ναι, και για τα βιτρό μπορούμε να δείξουμε μία εκκλησία, το εσωτερικό και το εξωτερικό της, για να καταλάβουν τα παιδιά πού μπορούμε να βρούμε τα βιτρό.

**E4:** Κι αν χρησιμοποιηθεί η Παναγία των Παρισίων, που τα πιο πολλά παιδιά την ξέρουνε, μπορεί να φτιαχτεί και μία ιστορία με βάση αυτό το πλαίσιο. Γνωρίζουν (οι μαθητές) ότι η Εσμεράλντα και ο Κουασιμόδος ήταν παλιά. Οπότε έχουν κατακτήσει την έννοια του χρόνου μέσα στο παραμύθι.

**E1:** Στη δευτέρα δημοτικού με αυτή την έννοια διδάσκεται ο χρόνος.

**E4:** Ναι, το χθες, το σήμερα και το αύριο. Αυτό διδάσκεται στη Β΄ τάξη.

**E3:** Επίσης, πού βρίσκεται το βιτρό; Ωραία, δεν ξέρουνε τι είναι, αλλά πού μπορούμε να το βρούμε; Οπότε, με αυτό που είπε ο E1 παραπάνω, μπορούμε να δείξουμε και πού βρίσκεται ένα βιτρό. Δηλαδή είναι ένα παράθυρο, ένα ταβάνι, πού πρέπει να κοιτάξω για να το δω;

**E2:** Είναι πολύ σωστή η παρατήρηση αυτή, δηλαδή ότι είναι ένα τζάμι το βιτρό.

**E:** Οπότε πρέπει να δείξουμε μια εκκλησία βιτρό στα παιδιά επειδή δεν γνωρίζουν τι είναι;

**E2:** Ναι, να σου πω ένα παράδειγμα από την εμπειρία μου. Όταν ξεκίνησα να μιλάω για βιτρό στους μαθητές μου, που ήταν στη Στ΄ Δημοτικού, και με ρώτησαν τι είναι βιτρό, αξιοποιήσαμε την ιστορία της Στ΄ Δημοτικού που αναφέρεται στην Αναγεννησιακή εποχή και έτσι οριοθετήσαμε την έννοια του βιτρό.

**E:** Προτείνετε κάποιο άλλο πλαίσιο για να διδάξουμε την αλλαγή των χρωμάτων των νανοσωματιδίων, εκτός από τα βιτρό, που θα ήταν προτιμότερο επειδή δεν γνωρίζουν τι είναι τα βιτρό;

**E3:** Γιατί να μην χρησιμοποιήσεις τα βιτρό, είναι καλή σαν ιδέα, απλά χρειάζεται ο κατάλληλος μετασχηματισμός.

**E2:** Μπορεί να βρεθεί ένας παιχνιδιάρικος τρόπος για να μάθουν τα παιδιά τι ακριβώς είναι τα βιτρό. Όπως έγινε με τα νανοκομματάκια παρακάτω.

**E3:** Πιο απλοϊκά, μπορείς να πεις ότι είναι ένα ζωγραφισμένο τζάμι. Κάτι μπορεί να θυμηθούν, ότι έχουν δει κάτι παρόμοιο κάπου. Να πεις την έννοια, δηλαδή, ότι λέγονται βιτρό, αλλά να τους εξηγήσεις ότι είναι και χρωματισμένα τζάμια για να καταλάβουν τι ακριβώς είναι και πού είναι.

**E:** Αν αναφερθεί ότι είναι χρωματισμένο γυαλί, χωρίς να γίνει λόγος για το βιτρό;

**E3:** Ας δοθεί και η έννοια, δεν πειράζει, απλά χρειάζεται να αναλυθεί ο όρος με απλά λόγια, να καταλάβουν τι σημαίνει.



**E:** Η λέξη αγγείο τους είναι γνωστή;

**E1:** Όχι, δεν τους είναι γνωστή.

**E:** Έχετε να προτείνετε κάποια πρόταση για το πώς να επεξηγήσουμε τα αγγεία;

**E2:** Το αγγείο μπορούν να πουν ότι είναι ένα παλιό πιθάρι που χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι για να βάζουν λάδι.

**E4:** Θα το γνωρίζουν το πιθάρι;

**E2:** Στην Α΄ Δημοτικού, στο παραμύθι «Χίλιες και μία νύχτες», αναφέρεται το πιθάρι.

**E:** Πιστεύετε ότι σαν διαφάνεια είναι χρήσιμη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία για να δείξουμε ότι αυτά τα τεχνουργήματα είναι παλιά;

**E3:** Δεν χρειάζεται να αφιερώσουμε χρόνο σε αυτή τη διαφάνεια, εκτός αν χρειάζεται στην εξέλιξη της ιστορίας.

**E:** Χρειάζεται μόνο για να δείξουμε το πόσο παλιά είναι τα τεχνουργήματα.

**E1:** Εφόσον θα γίνει η αλλαγή που προαναφέραμε, με τις εικόνες με ανασκαφές και τις εκκλησίες βιτρό, τότε αυτή η διαφάνεια δεν χρειάζεται. Και τώρα που το σκέφτομαι, η λέξη πιθάρι δεν είναι η κατάλληλη για να εξηγήσουμε το αγγείο.

**E2:** Έχεις δίκιο, δεν είναι καλή γιατί δεν είναι το ίδιο πράγμα.

**E3:** Μπορούμε να πούμε ότι είναι ένα αρχαίο βάζο.

**E2:** Η εικόνα του αγγείου σίγουρα δεν τους είναι «ξένη» γιατί έχουν μιλήσει για πολιτισμό, έχουν πάει εκδρομές σε μουσεία.

**E2:** Ναι, δεν τους είναι «ξένη» εικόνα όπως τα βιτρό, τους είναι αρκετά οικεία. Οπότε, γιατί να μην αναφέρουμε ότι είναι ένα αγγείο και να εξηγήσουμε τι σημαίνει αυτό, ότι το χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι για να αποθηκεύουν λάδι.

**E3:** Ακριβώς, ίδια λογική με το βιτρό. Λες τη λέξη και, έπειτα, το επεξηγείς επειδή τους είναι άγνωστο. Βέβαια, στη Β΄ τάξη πολλές λέξεις και έννοιες τους είναι άγνωστες, οπότε με αυτόν τον τρόπο διδάσκεις.

**E:** Ωραία, οπότε δεν δείχνουμε την ιστοριογραμμή, αλλά εικόνες που να απεικονίζουν ότι ξεθάβουν ένα βάζο. Για τα βιτρό να δείξουμε την εκκλησία των Παρισίων που τη γνωρίζουν και παράλληλα να τους εξηγήσουμε τις έννοιες. Αν δεν έχετε κάποια άλλη παρατήρηση μπορούμε να προχωρήσουμε στην επόμενη διαφάνεια.

#### Διαφάνεια 4:

**E:** Η ιδέα να υπάρχει ερώτηση μέσα στην ιστορία και να απαντήσουν τα παιδιά πώς σας φαίνεται;

**E1:** Αρχικά, το τι ιδιαίτερο παρατηρείς είναι πολύ δύσκολη ερώτηση. Τι ιδιαίτερο παρατηρείς ως προς τι; Για να είναι πιο ξεκάθαρο μπορείς να βάλεις μία εικόνα ενός αγγείου που να είναι σκονισμένο και βρώμικο, και μία άλλη που να δείχνει πώς είναι τώρα στο μουσείο.

**E2:** Και πάλι, όμως, οι απαντήσεις που θα δοθούν μπορεί να είναι πολύ διαφορετικές. Μπορεί να σου πουν ότι είναι ολόκληρο και να ξεφύγουν, να μην εστιάσουν στο μαύρο χρώμα.

**E3:** Μπορεί να γίνει η ερώτηση «τι παρατηρείς ως προς το χρώμα του;», να είναι πιο συγκεκριμένη.

**E4:** Επίσης, το ερώτημα «τι ιδιαίτερο παρατηρείς;» είναι σαν να περιμένει ο εκπαιδευτικός να δώσει κάτι ιδιαίτερο οι μαθητές.

**E1:** Και εδώ μπορούμε να βάλουμε, πάλι, μία εικόνα που να δείχνει ένα σκονισμένο αγγείο και μία άλλη που να δείχνει πώς είναι όταν το καθάρισαν.

**E3:** Πάλι, όμως, μπορεί να εστιάζουν στο ότι το ένα είναι βρώμικο και το άλλο καθαρό. Αν θέλουμε να εστιάσουν τα παιδιά στο μαύρο χρώμα απλά θα κάνουμε πιο συγκεκριμένη την ερώτηση. Θα πούμε «Τι παρατηρείς ως προς το χρώμα;»

**E2:** Επίσης, αφού δεν ακολουθεί άλλο αρχείο PowerPoint με μία ιστορία που να αναφέρεται στα Αττικά αγγεία, η διαφάνεια αυτή μπορεί να φύγει γιατί είναι περιττή.

**E:** Κατάλαβα, είναι περιττή γιατί στρέφουμε την προσοχή των παιδιών σε κάτι που δεν συμβάλλει στην εξέλιξη της ιστορίας παρακάτω και δεν συνάδει με την άλλη έννοια που ασχολούμαστε, τα βιτρό.

#### Διαφάνεια 5:

**E:** Περνάμε στην επόμενη διαφάνεια, που είναι στην ίδια λογική, αλλά αναφέρεται στα βιτρό. Προτείνετε κάποια αλλαγή;

**E1:** Στην ερώτηση που λέει «δεν έχουν κάτι που να σε εντυπωσιάζει;» είναι καλό να μη χρησιμοποιούμε αρνητική διατύπωση. Καλύτερα να γίνει «Παρατηρείς κάτι που σε εντυπωσιάζει;»

**E2:** Τα πιο πολλά παιδιά, όμως, θα αναφέρουν τον μεγάλο σταυρό και το περιστέρι.

**E1:** Οι εικόνες πρέπει να δείχνουν ξεκάθαρα αυτό που θέλουμε να δούνε τα παιδιά.

**E2:** Ακόμη, πρέπει να βγει από το κείμενο η φράση «στην εποχή της Αναγέννησης» γιατί τους είναι άγνωστη.

**E4:** Μπορείς να πεις στα πολύ παλιά τα χρόνια. Επίσης, πάλι, η ερώτηση «δεν έχουν κάτι που σε εντυπωσιάζει;» είναι σαν να αναγκάζει τα παιδιά τα βρουνε κάτι που τους εντυπωσιάζει.

**E3:** Ναι, δημιουργείται ένα άγχος να κοιτάξουν και να εντυπωσιαστούν από κάτι.

**E4:** Μπορείς να πεις «παρατηρείς κάτι διαφορετικό από ό,τι παρατηρείς στις εκκλησίες μας;»

**E1:** Ή «παρατηρείτε κάτι ως προς το χρώμα;»

**E2:** Είναι πολύ ανοιχτή ερώτηση. Μπορούν να πουν πάρα πολλές απαντήσεις.

**E4:** Θα μπορούσες να φτιάξεις ένα κομμάτι βιτρό και να το δείξεις, γιατί στην εικόνα δεν φαίνεται τόσο εντυπωσιακό όσο είναι.

**E:** Θα μπορούσε να γίνει και μία εικονική περιήγηση στην Παναγία των Παρισίων;

**E3:** Ναι, αυτό θα πρότεινα και εγώ. Για να δούνε πού βρίσκεται το βιτρό και πώς φαίνεται με το φως.

**E1:** Πολύ καλή ιδέα.

**E:** Υπάρχει κάποια εκκλησία στην Ελλάδα με βιτρό για να δείξουμε κάτι που είναι από τη χώρα μας;

**E2:** Όχι, δεν υπάρχει. Γι' αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν το βρίσκουμε στις δικές μας εκκλησίες, γιατί θα δημιουργηθεί σύγχυση στα μικρά παιδιά που θα πηγαίνουν και θα ψάχνουν τέτοιο τζάμι.

**E1:** Μπορείς να πεις στα τζάμια μερικών ναών, σε άλλες χώρες.

**E4:** Να μην πούμε σε άλλες χώρες, να πούμε απλά ότι υπάρχουν κάποια τζαμιά που είναι χρωματιστά.

**E2:** Να μιλήσουμε για τη συγκεκριμένη εκκλησία που θα δούμε, για την Παναγία των Παρισίων. Να πούμε ότι βρίσκονται εκεί, για να μην είναι πολύ γενικό και αόριστο και μπερδευτούν.

**E3:** Σωστά, να ξέρουνε ένα παράδειγμα και να πούνε ότι σε αυτή την εκκλησία υπάρχει το βιτρό.

**E2:** Αυτό φτάνει για Β' Δημοτικού, είναι υπεραρκετό αν το κατακτήσουνε.

**E1:** Έτσι, αφού δείξεις την εικονική περιήγηση, θα κάνεις την ερώτηση «τι παρατηρείς στο χρώμα του τζαμιού;»

**E4:** Επίσης, κάτι τελευταίο. Αλλού αναφέρεται ως τζαμί και αλλού ως γυαλί. Πρέπει να διαλέξουμε μία λέξη και να λέμε παντού την ίδια, ας πούμε τζάμι που παραπέμπει κυρίως σε παράθυρο.

### Διαφάνεια 6

**E:** Εδώ βλέπουμε την επόμενη διαφάνεια που συνομιλούν τα δυο παιδιά. Πώς σας φαίνεται ο διάλογος;

**E1:** Νομίζω, η πρώτη ερώτηση μπορεί να αλλάξει και να γίνει «δεν αναρωτιέσαι πώς κατάφεραν να φτιάξουν αυτά τα εντυπωσιακά τζάμια πολλά χρόνια πριν;»

**E:** Να γίνει συγκεκριμένη η αναφορά, δηλαδή, ότι μιλάμε για τα βιτρό.

**E3:** Τα εντυπωσιακά, χρωματιστά τζάμια, μπορείς να συμπληρώσεις.

**E1:** Σωστά. Όχι εντυπωσιακά, αυτά τα χρωματιστά τζάμια, πολλά χρόνια πριν.

**E2:** Αντί για το «βοήθησαν τα νανοκομματάκια που υπάρχουν μέσα στα αρχαία αντικείμενα» ας πούμε «τα νανοκομματάκια που είναι μέσα στα τζάμια», να μιλήσουμε, πάλι, συγκεκριμένα για τα βιτρό.

**E1:** Και αντί για τη λέξη «υπάρχουν», καλύτερα να χρησιμοποιηθεί η λέξη «βρίσκονται».

**E2:** Τα νανοκομματάκια, όμως, δεν βρίσκονται μέσα στο γυαλί. Είναι στην πίστρωσή του.

**E:** Να πούμε «τα νανοκομματάκια που βρίσκονται στο χρώμα του τζαμιού»;

**E3:** Να αναφέρονται τα νανοκομματάκια και τέλος εκεί. Να μην συνεχίζει «που είναι μέσα στα τζάμια».

**E1:** Και να πούμε το χρώμα του γυαλιού έχει φτιαχτεί από περίεργα ή ιδιαίτερα νανοκομματάκια. Να βάλουμε ένα επίθετο.

**E4:** Από πολύ-πολύ μικρά νανοκομματάκια.

**E3:** Από τα μοναδικά νανοκομματάκια.

**E2:** Τα πολύχρωμα!!

**E1:** Ναι, ωραίο αυτό!

**E4:** Εγώ προβληματίζομαι με η λέξη «πολύχρωμα», γιατί στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο βλέπουμε μαύρο, άσπρο και γκρίζο

**E2:** Δεν θα το δούνε, όμως, αυτό τα μικρά παιδιά..

**E4:** Όμως, δημιουργεί την παρανόηση ότι είναι χρωματιστά.

**E1:** Τι να πούμε για τα νανοκομματάκια;

**E4:** Τα πολύ-πολύ μικρά κομματάκια. Που κάνουν πολύχρωμο το γυαλί. Και στην τελευταία παράγραφο θα έλεγα «Μερικά πολύ-πολύ μικρά κομματάκια που το όνομά τους είναι νανοκομματάκια».

**E:** Παρακάτω, όμως, τους δίνεται άλλο όνομα. Αργυρούληδες και Χρυσούληδες.

**E3:** Να τονίσουμε, όμως, το πολύ-πολύ μικρά για να φανεί και το μέγεθος.

**E2:** Για να δείξουμε το μέγεθος χρειάζεται μία σύγκριση. Και καλύτερα να πούμε «δεν μπορούμε να το δούμε με τα μάτια μας» και όχι με γυμνό μάτι, γιατί δεν ξέρω κατά πόσο καταλαβαίνουν αυτήν την έκφραση.

**E3:** Ναι, γιατί τι ακριβώς εννοούμε με το γυμνό μάτι; Μπορούν να σκεφτούν ότι δεν φοράμε γυαλιά.

**E4:** Θα μπορούσε να πει τα αόρατα.

**E1:** Το αόρατο είναι δύσκολη λέξη. Καλύτερα να πούμε ότι δεν το βλέπουμε με τα μάτια μας.

**E2:** Ναι, γιατί αν είναι αόρατο, τότε πώς βλέπουμε το χρώμα;

**E1:** Και κάτι ακόμα, εκεί που λέει χρειαζόμαστε τη βοήθεια ενός ειδικού οργάνου, καλύτερα να μην το πούμε όργανο, γιατί τι είναι το όργανο; Μπορεί να σκεφτούν ένα μουσικό όργανο. Να πούμε κατευθείαν μικροσκοπίου.

**E:** Το μικροσκόπιο τους είναι γνωστό;

**E3:** Ναι, το γνωρίζουν το μικροσκόπιο. Μπορεί να το έχουνε και σε παιχνίδι στο σπίτι ή να το έχουνε δει σε παιδικό, ας πούμε η Πέππα το έχει.

**E4:** Και αντί για παραμύθι να γράψεις «να σου πω μία ιστορία», γιατί μιλάει για μία εποχή που υπάρχει, ενώ το παραμύθι περιέχει και ψέμα μέσα.

**E2:** Να έχεις δίκιο, δεν είναι παραμύθι, είναι ιστορία. Το παραμύθι είναι κάτι φανταστικό.

### Διαφάνεια 7

**E:** Σε αυτή τη διαφάνεια εμφανίζονται οι ήρωές μας, οι Αργυρούληδες και οι Χρυσούληδες. Θεωρείτε ότι η περιγραφή αυτή θα προσελκύσει το ενδιαφέρον των παιδιών;

**E1:** Εδώ δεν μου αρέσει πολύ το Αργυρούλης 1, 2 και 3. Θα προτιμούσα κανονικά ονόματα.

**E3:** Ας πούμε ο Αργυρούλης, η Αργυρουλίτσα και ο Αργυρουλένιος.

**E1:** Επίσης, τη φράση «Προσοχή στην αλλαγή μεγέθους» θα την έγραφα λίγο πιο περιγραφικά. Ας πούμε «Προσοχή! Αν περάσεις την πόρτα Θα μικρύνεις πολύ».

**E:** Μπορούμε να πούμε «Προσοχή, αν περάσεις την πόρτα δεν θα είσαι ο ίδιος. Θα μικρύνεις πάρα πολύ!»;

**E3:** Ναι, να είναι όσο πιο συγκεκριμένο γίνεται.

**E1:** Στη Β' Δημοτικού η σκέψη είναι τελείως συγκεκριμένη.

**E:** Κατάλαβα, οπότε πρέπει να προσέχουμε να είμαστε όσο πιο ξεκάθαροι γίνεται, να εξηγούμε πολύ απλά τις καταστάσεις, να επικεντρωνόμαστε σε αυτό που θέλουμε να δείξουμε και να προβλέπουμε τι γνωρίζουν και τι όχι οι μαθητές. Ποια σημεία θα τους δυσκολέψουν και θα πρέπει να τα παρουσιάσουμε με διαφορετικό τρόπο.

### **Διαφάνεια 8**

**E:** Σε αυτή τη διαφάνεια περνάμε στην αλλαγή μεγέθους. Πιστεύετε ότι η αναπαράσταση με τα βελάκια βοηθάει στην κατανόηση της αλλαγής μεγέθους;

**E1:** Εγώ θα έβαζα τις εικόνες και τα βελάκια στο ίδιο ύψος και θα τοποθετούσα ένα ακόμη βελάκι που θα έδειχνε ότι δεν φαίνεται με γυμνό μάτι, πλέον. Ίσως ένα μάτι με «χ» από πάνω. Γιατί εδώ φαίνεται ότι ο Αργυρούλης είναι μικρός, πάλι τον βλέπουμε. Η εικόνα δεν ταιριάζει με αυτό που λέει το κείμενο. Στην ουσία συνεχίζουμε να είμαστε στο μακρόκοσμο και να βλέπουμε το κομματάκι με τα μάτια μας.

**E2:** Δεν θα έβαζα το μάτι με «χ» πάνω του, θα έβαζα ένα σκίτσο παιχνιδιάρικο που ψάχνει να βρει το κομματάκι.

**E4:** Η κάτω από το βελάκι να βάλει ένα φακό.

**E2:** Όχι φακό, γιατί θα μπερδευτούν. Θα βάλει αυτό που λέει στο κείμενο.

**E1:** Ναι, ή θα βάλει μάτι, όπως γράφει στο κείμενο, ή θα αλλάξει το κείμενο και θα γράψει φακό. Να είναι συνεπής η εικόνα με το κείμενο.

**E2:** Αντί να υπήρχαν οι εικόνες με τα βελάκια, επειδή λέμε ότι μπαίνουν σε ένα δωμάτιο, και στην ουσία κάνουν μία εκδρομή στο δωμάτιο αυτό, θα μπορούσε να υπάρχει κάτι σαν δρόμος. Να ήταν, δηλαδή, η πόρτα πάνω αριστερά, όπου θα ήταν τα κομμάτια όπως στις πρώτες εικόνες, και σιγά-σιγά στο τέλος του δρόμου να φτάναμε εκεί που λέει ο E1. Δηλαδή να μην φαίνονται καθόλου, να υπάρχει μία εικόνα με μάτι που να έχει πάνω ένα «χ».

**E1:** Αυτό είναι πολύ ωραίο. Επίσης, πιστεύω ότι αυτό που έχει περισσότερη σημασία είναι η πόρτα, και όχι ο δρόμος, για να συνδεθεί με την προηγούμενη διαφάνεια που έλεγε ότι μπαίνουν σε δωμάτιο.

**E:** Έχετε δίκιο, γιατί διαβάζουν την επιγραφή στην πόρτα αλλά δεν αναφέρεται ότι μπήκανε μέσα.

**E3:** Θα μπορούσε να υπήρχε μία πόρτα που θα έχει την επιγραφή πάνω και να ήταν ανοιχτή.

**E4:** Επίσης λέμε Αργυρούλης και δείχνουμε ένα κομμάτι μέταλλο. Αν χρησιμοποιούμε υποκοριστικά πρέπει να το δείξουμε κάπως. Δηλαδή, αν λέμε Αργυρούλης θα πρέπει να έχει στοιχεία Αργυρούλη, όχι στοιχεία μετάλλου.

**E3:** Και δεν είναι απαραίτητο πάντα να δίνουμε στους ήρωες ανθρωπομορφικά χαρακτηριστικά. Αρκεί και μόνο που έχουμε δώσει το όνομα.

**E4:** Ναι, γιατί παρακάτω, στα σκίτσα, δίνεις πορτοκαλί χρώμα, βάζεις χέρια, μάτια, δηλαδή είναι ξεκάθαρα τα ανθρωπομορφικά στοιχεία. Έτσι, είναι σαν να περνάει από ένα κομμάτι ασημί σε ένα σχήμα με αυτά τα στοιχεία και θα είναι δύσκολο για τα παιδιά να καταλάβουν ότι αυτό είναι κομμάτι του προηγούμενου.

**E2:** Μπορείς να προσθέσεις απλά τα χεράκια, το στόμα και τα μάτια στο μέταλλο. Να κρατήσεις τις εικόνες όπως είναι και να βάλεις τα δυο χεράκια, το στόμα και τα μάτια, όπως και παρακάτω.

**E4:** Να προσθέσω κάτι σε σχέση με αυτά που είπαμε προηγουμένως. Θα μπορούσε να βάλει κάτω-κάτω τα ίδια τετραγωνάκια που έχει πάνω από το βελάκι, όμως μόνο με το όνομα, χωρίς να φαίνεται τίποτα. Να αφαιρέσει, δηλαδή, το μέταλλο από την εικόνα για να καταλάβει σίγουρα ότι έμεινε το όνομα, αλλά δεν υπάρχει τίποτα που να μπορείς να δεις με το μάτι, αντί να βάλουμε την εικόνα που θα έχει ένα μάτι με «χ».

### Διαφάνεια 9

**E:** Η διαφάνεια αυτή απεικονίζει, επίσης, την αλλαγή μεγέθους για τους Χρυσούληδες, οπότε θα εφαρμόσουμε τις αλλαγές που ειπώθηκαν και για τους Αργυρούληδες.

### Διαφάνεια 10

**E:** Και περνάμε στην επόμενη διαφάνεια, στην οποία παρουσιάζεται το όργανο που μας βοηθάει να δούμε τα νανοκομματάκια, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Θεωρείτε ότι χρειάζεται να γίνει αναφορά στο όργανο ή δεν είναι απαραίτητο για μια μικρή τάξη του Δημοτικού;

**E2:** Δεν υπάρχει πρόβλημα, μπορούμε να το αναφέρουμε. Θα βοηθήσει να καταλάβουν τα παιδιά και πώς μάθαμε για τα νανοκομματάκια, αφού δεν μπορούμε να τα δούμε με τα μάτια μας.

**E4:** Όμως, θα έβγαζα τη λέξη «ακριβό», είναι περιττή.

**E3:** Μπορείς να γράψεις το περίεργο μικροσκόπιο, όχι το ακριβό.

**E1:** Εγώ θα έλεγα δυνατό μικροσκόπιο.

**E3:** Ναι, κάποιο άλλο επίθετο.

### Διαφάνεια 11

**E:** Πιστεύετε το παράδειγμα που δίνεται με τον κορονοϊό, ο οποίος είναι γνωστός, βοηθάει στην κατανόηση για τη λειτουργία του μικροσκοπίου;

**E1:** Νομίζω εμφανίζεται λίγο απότομα ο κορονοϊός.

**E2:** Επίσης, αυτό το εκπαιδευτικό υλικό, δεν δημιουργήθηκε για να εφαρμοστεί του χρόνου και μετά να χαθεί. Υποτίθεται ότι είναι ένα εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργείται για να εφαρμοστεί στα επόμενα χρόνια. Δηλαδή, τα μικρά παιδιά που είναι τώρα τριών χρονών, όταν φτάσουν στη Β΄ Δημοτικού δεν θα ξέρουνε τον κορονοϊούλη.

**E3:** Ναι, όπως τον H1N1, θα τον αναφέραμε σήμερα;.

**E4:** Εγώ θα έλεγα σκέτο τους ιούς.

**E1:** Εμένα δεν με προβληματίζει από αυτή τη μεριά. Σήμερα φτιάχεται και αυτό είναι το πλαίσιο. Απλά, εκεί που μιλούσαμε για ασήμι και χρυσό, τώρα εμφανίζεται, ξαφνικά, ένα βιολογικό κείμενο.

**E2:** Αυτό είναι μία παρένθεση στο τι εξυπηρετεί το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Κι αν δεχτούμε ότι το σημερινό πλαίσιο είναι αυτό, άρα σε αυτό θα κινηθούμε.

**E4:** Εγώ πιστεύω ότι βοηθάει σε αυτό που λέμε παραπάνω, δηλαδή, ότι δεν φαίνεται με το μάτι. Να πούμε «ξέρετε, όπως δεν βλέπουμε τους ιούς, έτσι δεν βλέπουμε και το ασήμι».



**E:** Οπότε, θα πρέπει να αναφερθεί αυτό μέσα στο κείμενο. Να το επεξηγήσουμε πιο αναλυτικά.

**E4:** Ναι, θα γράψεις «με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο μπορείς να δεις ακόμη και τους ιούς, που και αυτούς δεν τους βλέπουμε με τα μάτια μας».

**E3:** Όπως, τον κορονοϊούλη.

**E4:** Και να μην το βάλει αυτό δεν πειράζει.

**E2:** Όχι, θα το βάλει γιατί τα παιδιά δεν ξέρουν τι είναι ιός, αλλά κορονοϊός ξέρουνε.

### **Διαφάνεια 12**

**E:** Εδώ βλέπουμε την αλλαγή χρώματος που σχετίζεται με το μέγεθος. Πιστεύετε ότι βοηθάει τα παιδιά αυτή η αναπαράσταση ή προτείνετε να γίνει με διαφορετικό τρόπο;

**E1:** Αυτό που δεν μου αρέσει πολύ είναι οι αριθμοί. Τι σημαίνει το 50, το 20; Τι σημαίνει το βέλος που πάει προς τα κάτω; Πρέπει να φαίνεται ξεκάθαρα αυτό μέσα στο κείμενο. Γιατί υπάρχει αυτός ο ιός εκεί πάνω και ποια η σχέση του χρώματος με το βέλος που δείχνει προς τα κάτω; Στη διδακτική της νανοτεχνολογίας στο δημοτικό δεν βάζουμε καθόλου νούμερα, ακόμα και σε μεγάλες τάξεις, πόσο μάλλον σε μικρές. Μπορούν να μπου περιγραφικοί όροι που να δηλώνουν το μικρό σε σχέση με το χρώμα. Δηλαδή, να πάρουν ονομασίες από τα χρώματα.

**E4:** Εγώ θα έβαζα αυτήν την εικόνα μόνη της και μεταξύ 100 και 50 ένα χρώμα, μεταξύ 50 και 20 άλλο χρώμα. Επίσης, θα εξηγούσα πριν πάω σε αυτήν την εικόνα, λέγοντας «Βλέπεις αυτό εδώ το βελάκι; Δείχνει τα χρώματα που μπορείς να πάρεις!»

**E:** Οπότε πρέπει να βγάλουμε σίγουρα τα νούμερα και να χρησιμοποιήσουμε περιγραφικούς όρους.

**E1:** Ναι. Και το βελάκι πρέπει να εξηγεί τι δείχνει. Δηλαδή, όσο πιο κάτω πάω, τόσο πιο μικρός είμαι, το οποίο είναι δύσκολο σαν αναπαράσταση, γιατί είναι στην ουσία σαν ένα γράφημα. Θα έκανα το βελάκι με πιο ποιοτικό τρόπο, ας πούμε σαν χωνί.

**E3:** Επειδή έχουνε κάνει την πυραμίδα με την τροφική αλυσίδα, το να την πάρεις και να την αντιστρέψεις μπορούν να καταλάβουν τι σημαίνει.

**E2:** Μπορούμε να βάλουμε μία σκάλα. Στην κορυφή της να είναι ο κορονοϊός, για να υπάρχει ένα μέτρο σύγκρισης, Και όσο θα κατεβαίνω τη σκάλα, τόσο πιο μικρά είναι και τα κομματάκια.

**E1:** Ναι, αφού η σκάλα χρησιμοποιείται ως μοντέλο για να διδάξεις τους αριθμούς από το πιο μικρό στο πιο μεγάλο.

**E2:** Ακριβώς, τη χρησιμοποιούμε πάρα πολύ στην Α΄ και Β΄ Δημοτικού.

**E:** Ωραία, επομένως, δίνουμε έμφαση στα σχέδια για την αναπαράσταση της αλλαγής του χρώματος με βάση το μέγεθος και βγάζουμε τελείως τους αριθμούς.

**E3:** Επίσης, ο Αργυρούλης ήταν εκείνο το κομμάτι μέταλλο στο μακρόκοσμο και τώρα που βλέπουμε μια πορτοκαλί μπάλα θα υποθέσουμε ότι είναι ο ίδιος Αργυρούλης;

**E:** Ναι, είναι ο ίδιος. Έχει αλλάξει τελείως γιατί τώρα βρίσκεται σε έναν διαφορετικό κόσμο.

**E4:** Δηλαδή, άλλαξε και σχήμα! Το μέταλλο είχε ένα άλλο σχήμα και τώρα που έγινε νανοκομματάκι το βλέπουμε σαν μπάλα.

**E3:** Άλλαξαν πάρα πολλά πράγματα, έβγαλε και χέρια, άλλαξε σχήμα, χρώμα.

**E1:** Ναι, πρέπει να υπάρχει μία συνέπεια στα σκίτσα.

**E4:** Θα πάρεις το κομμάτι μέταλλο, θα το κάνεις ίδιο αλλά σε μικρότερο μέγεθος και θα βάλεις τα χέρια και το χρώμα, γιατί τώρα άλλαξε τελείως σχήμα και δεν καταλαβαίνεις ότι είναι ο Αργυρούλης. Δηλαδή τι έγινε ο Αργυρούλης; έχει μικρύνει και έχει γίνει πολλά κομμάτια ή έχει γίνει μόνο ένας Αργυρούλης σε μικρότερο μέγεθος; Δηλαδή, τα άλλα κομμάτια του πού πήγανε;

**E1:** Εμένα δεν με πειράζει αυτό, γιατί αν γεμίσει η εικόνα θα είναι μετά μπερδεμα. Ένας μας φτάνει.

**E2:** Αν θυμάστε, είχαμε πει στις προηγούμενες διαφάνειες με τα βελάκια να υπάρχει ο Αργυρούλης 1, βελάκι, και μετά μόνο το πλαίσιο με το όνομα. Χωρίς να φαίνεται ο Αργυρούλης 1, ο οποίος έχει εξαφανιστεί, δεν τον βλέπουμε. Τώρα, τον ξαναβλέπουμε σε αυτήν τη διαφάνεια, ο οποίος έγινε νανοκομματάκι. Οπότε, δεν μπορεί να έχει το ίδιο σχήμα με το μέταλλο.

**E1:** Ναι, και επειδή είναι ένας κάνει πιο απλή την αναπαράσταση.

**E4:** Ναι, αλλά δεν πρέπει να το πούμε ότι όταν περάσει την πόρτα θα γίνει πολλά κομματάκια και διαφορετικά; Γιατί αλλιώς είναι λίγο δύσκολο να καταλάβουν πώς από μέταλλο έγινε στρόγγυλο νανοκομματάκι.

**E3:** Θεωρώ πως είναι ο ίδιος Αργυρούλης, ότι μικρυνε, μπορούν να το φανταστούν γιατί είναι παιδάκια, έχουν δει κινούμενα σχέδια που συμβαίνουν παρόμοια πράγματα. Όμως, δεν είναι ο ίδιος σε αυτήν την περίπτωση.

**E:** Έτσι το σκέφτηκα. Πίστευα ότι τα παιδιά θα το θεωρήσουν λογικό επειδή έχει μεταφερθεί σε μια άλλη διάσταση.

**E4:** Το «μικραίνω» σημαίνει ότι έχω ένα πράγμα και το βλέπω ακριβώς το ίδιο, αλλά σε πιο μικρό. Όμως, ενώ μου λες ότι μικρυνε, μου δείχνεις κάτι άλλο εκεί, με διαφορετικό χρώμα και σχήμα.

**E1:** Ναι, αλλά τότε θα πρέπει να ειπωθεί εξαρχής στην πόρτα ότι με το που την περάσεις δεν θα μικρύνεις, αλλά θα σπάσεις. Τότε αλλάζει όλη η ιστορία.

**E2:** Εμένα δεν με πειράζει να είναι ένας Αργυρούλης με πορτοκαλί χρώμα, γιατί πρόκειται για αναπαράσταση. Θέλουμε να δείξουμε την αλλαγή χρώματος με βάση το πόσο μεγάλος ή μικρός είσαι.

**E4:** Ναι, αλλά να έχει προηγηθεί επεξήγηση για να καταλάβουμε πώς περάσαμε από το ένα σχήμα στο άλλο.

**E2:** Εγώ νομίζω ότι για παιδιά Β' δημοτικού είναι μία χαρά, στα παιδιά μεγαλύτερων τάξεων ίσως τους δημιουργούσε κάποια απορία. Το παιδί της Β' Δημοτικού είναι μέσα στην έννοια του παραμυθιού, όπου όλα είναι πιθανά.

**E1:** Ότι θα το θεωρήσουν φυσιολογικό, όμως, δεν μας λέει κάτι. Το θέμα είναι εμείς πώς θα το προβλέψουμε για να δημιουργήσουμε καλά τη μετάβαση.

**E2:** Θα μπορούσε ο Αργυρούλης 1 να δοθεί σε αυτή τη διαφάνεια με πολλά-πολλά στρόγγυλα, μικρά κομματάκια.

**E3:** Αυτό θα μπορούσε να γίνει πιο πάνω, δηλαδή, πριν από την πόρτα είναι ο Αργυρούλης 1, το μέταλλο, και αφού περάσει την πόρτα θα γίνει ο πορτοκαλί Αργυρούλης.

**E1:** Έτσι θα δώσουμε αξία και στην εικόνα του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου που είχε απεικονιστεί σε προηγούμενη διαφάνεια. Στην οθόνη του υπολογιστή μπορεί να φανεί ο Αργυρούλης όπως φαίνεται, πορτοκαλί και στρόγγυλος.

**E3:** Μήπως, όμως, προκαλέσουμε παρερμηνεία, γιατί έχουμε το μικροσκόπιο και μέσα στην οθόνη φαίνεται ένα πορτοκαλί μπαλάκι, ένα πορτοκάλι σωματίδιο.

**E2:** Ενώ είναι ασπρόμαυρο στο νανόκοσμο.

**E1:** Δεν μας πειράζει σαν αναπαράσταση, γιατί με χρώμα το δείχνουμε και μετά στο χρώμα εστιάζουμε, οπότε αυτό θέλουμε να δούμε.

**E2:** Τότε, θα πρέπει να αλλάξει και το κείμενο που συνοδεύει την εικόνα. Να εξηγήσει τι βλέπουμε στην οθόνη.

**E1:** Θα πει «στην οθόνη του μικροσκοπίου παρατηρούμε τον Αργυρούλη 1 που είναι πορτοκάλι».

**E3:** Ναι, και που δεν μπορούσαμε να τον δούμε πριν στα βελάκια, με τα μάτια μας.

**E:** Οπότε, σπάει ο Αργυρούλης, γίνεται πολλά κομματάκια και δεν τα βλέπουμε, αλλά όταν πάει στο μικροσκόπιο μπορούμε να τα δούμε.

### Διαφάνεια 13

**E:** Εδώ, βλέπουμε την ίδια αναπαράσταση για τους Χρυσούληδες, οπότε θα εφαρμοστούν οι ίδιες αλλαγές.

### Διαφάνεια 14

**E:** Στην διαφάνεια 14 θα δημιουργήσουμε το χωνί ή τη σκάλα, όπως προαναφέρατε. Έχετε να προσθέσετε κάτι επιπλέον;

**E3:** Όχι, είναι εντάξει.

**E4:** Ναι, ας προχωρήσουμε στην επόμενη.

### Διαφάνεια 15 και 16

**E:** Σε αυτές τις διαφάνειες περιγράφεται το παιχνίδι που παίζουν τα νανοκομματάκια επειδή ενθουσιάστηκαν με την αλλαγή του χρώματος και του μεγέθους. Σας αρέσει ως παιχνίδι;

**E1:** Ποιος θα παίζει το παιχνίδι τα παιδιά; Θα σταματήσει η παρουσίαση και θα το παίζουν;

**E:** Όχι, σε αυτό το σημείο περιγράφεται το παιχνίδι που έπαιζαν τα νανοκομματάκια, και ύστερα, στις δραστηριότητες που ακολουθούν μετά την παρουσίαση του PowerPoint, θα παίζουν τα παιδιά.

**E1:** Αν παίζουν και τα παιδιά, τότε είναι εντάξει, αλλιώς δεν έχει νόημα.

**E2:** Το κείμενο όμως χρειάζεται να γίνει λίγο πιο περιγραφικό.

**E3:** Ναι, και με μεγαλύτερη σαφήνεια.

**E4:** Ακριβώς, δεν έχω να προσθέσω κάτι άλλο.

### Διαφάνεια 17-21

**E:** Ωραία, οπότε προχωράμε στην επόμενη διαφάνεια που βλέπουν τα παράθυρα και θέλουν να βοηθήσουν τους τεχνίτες.

**E1:** Είναι εντάξει αυτή η διαφάνεια, δεν έχω να σχολιάσω κάτι.

**E3:** Ούτε εγώ.

**E2:** Συμφωνώ και εγώ.

**E4:** Ας πάμε στην επόμενη διαφάνεια.

**E:** Προχωράμε στη διαφάνεια 18, όπου τους έρχεται η ιδέα να μπουν μέσα στα τζάμια για να τα χρωματίσουν. Θεωρείτε ότι είναι καλή ως ιστορία;

**E2:** Εγώ θέλω να σημειώσω ότι τα νανοκομματάκια δεν μπαίνουν μέσα στο τζάμι. Είναι στην επικάλυψη του τζαμιού.

**E:** Να πούμε, δηλαδή, ότι κάθισαν πάνω στο τζάμι;

**E3:** Ή ότι ξαπλώσανε, για να γίνει πιο παιχνιδιάρικο.

**E4:** Και τι καλύτερο κάνουνε τα νανοκομματάκια σε σχέση με το κανονικό χρώμα αν το ξαπλώσουμε πάνω στο γυαλί;

**E2:** Το γυαλί είναι άσπρο, διαφανές και μετά πηγαίνουνε τα νανοκομματάκια και του δίνουν χρώμα.

**E4:** Εννοώ, γιατί να του δώσουμε τόση αξία, ενώ μπορούμε να πάρουμε απλό χρώμα για να βάλουμε από πάνω;

**E2:** Εάν όλη ιστορία μεταφερθεί στο τότε, στο παλιά, που δεν υπάρχουν οι μογιές για τα τζάμια, όπως υπάρχουν σήμερα, τότε βγάζει νόημα. Όμως, στο σήμερα θα δημιουργηθεί η απορία γιατί να επιλέξει αυτόν τον τρόπο.

**E4:** Αυτό ακριβώς! Γιατί τα παιδιά έχουν στο μυαλό τους ότι απλώνουμε χρώμα πάνω και αυτό ήταν, έγινε χρωματιστό.

**E3:** Δηλαδή, μπορεί να δημιουργηθεί η παρανόηση ότι, ας πούμε, το πορτοκαλί χρώμα είναι ο Αργυρούλης 1.

**E:** Άρα, για να μην γίνει αυτή η παρανόηση θα πρέπει, εξαρχής, να τονίζεται ότι θα έχουν μεταφερθεί στα παλιά χρόνια που δεν υπήρχαν τα χρώματα, όπως αναφέραμε στις πρώτες διαφάνειες.

**E1:** Μα είναι δυνατόν να μην υπήρχαν τα χρώματα;

**E2:** Σίγουρα υπήρχαν, αλλά δεν γνωρίζουμε επιστημονικά γιατί χρησιμοποιούσαν την τεχνική βιτρό.

**E4:** Οπότε, γιατί έχει αξία να μπουν τα νανοκομματάκια και δεν έχει αξία να βάψουμε το γυαλί με κανονικό χρώμα;

**E1:** Αυτό έχει να κάνει με την πλευρά του πολιτισμού. Συνδέεται η νανοτεχνολογία με τον πολιτισμό και αναδεικνύεται ένα πολιτιστικό τεχνούργημα. Τα βιτρό στη σύγχρονη εποχή συνδέονται με την τεχνολογία της εποχής και επηρεάζουν τη σύγχρονη τεχνολογία.

**E2:** Οπότε, πρέπει να αλλάξει το υπόβαθρο που διαδραματίζεται όλο αυτό, δηλαδή στα παλιά τα χρόνια. Γι' αυτό, στη διαφάνεια 5, θα μπορούσε να μπει η

ερώτηση «ξέρεις πώς τα χρωματίζανε;». Οπότε, αυτομάτως, για όλες τις υπόλοιπες διαφάνειες ξέρουνε τα παιδιά ότι μιλάει για τον τρόπο που γινόντουσαν τότε.

**E:** Άρα, να πούμε ότι όλη η ιστορία έχει να κάνει με το πώς έφτιαχναν παλιά το χρώμα των βιτρό.

**E2:** Ναι, πώς χρωματίζανε παλιά τα τζάμια.

**E:** Κατάλαβα. Στις διαφάνειες 19-21 βλέπουμε πώς τοποθετούνται σιγά-σιγά όλα τα νανοκομματάκια. Έχετε να προτείνετε κάποια διόρθωση;

**E1:** Όχι, είναι εντάξει.

**E4:** Δεν έχω να σχολιάσω κάτι, συνεχίζουν στο ίδιο μοτίβο.

**E2:** Συμφωνώ, ας πάμε παρακάτω.

**E3:** Ναι, ας προχωρήσουμε.

### Διαφάνεια 22

**E:** Εδώ πιστεύετε ότι το κείμενο είναι αρκετά μεγάλο και θα δυσκολέψει τα παιδιά;

**E3:** Σίγουρα. Καλό είναι το κείμενο να είναι μικρό και κατανοητό.

**E4:** Και οι εικόνες που το συνοδεύουν να είναι μεγαλύτερες.

**E1:** Ναι, γιατί διαφορετικά τα παιδιά θα κουραστούν και δεν θα προσέχουν.

**E2:** Συμφωνώ.

### Διαφάνεια 22

**E:** Κατάλαβα. Εδώ, στην τελευταία διαφάνεια, θα φύγει η αριθμογραμμή, όπως αναφέρατε στην αρχή, και απλά θα αποχαιρετιστούν τα παιδιά για το κλείσιμο. Έχετε να προτείνετε κάποια άλλη πρόταση;

**E2:** Εγώ δεν έχω να προτείνω κάτι άλλο.

**E3:** Συμφωνώ, είναι απλά το κλείσιμο.

**E:** Ας περάσουμε στο αρχείο Word.

### Αρχείο Word

**E:** Σε αυτό το σημείο περνάμε στις δραστηριότητες που θα ακολουθήσουν μετά την παρουσίαση της ιστορίας. Θεωρείτε ότι θα συντελέσουν στην κατανόηση των παιδιών;

**A1)**

Ερώτηση 1:

**E1:** Εγώ πιστεύω ότι θα βοηθούσε αν υπήρχαν φωτογραφίες όπου θα συγκρίνουν μία εκκλησία με κανονικά τζάμια και μία εκκλησία με βιτρό και να τίθεται η ερώτηση «Αν ήσουν τεχνίτης εσύ ποιον από τους δύο τρόπους θα διάλεγες για να φτιάξεις το τζάμι στην εκκλησία και γιατί;»

**E:** Θεωρείτε ότι η ερώτηση από μόνη της θα δυσκολέψει τα παιδιά;

**E3:** Πιστεύω ότι δεν θα καταλάβουν τι ακριβώς ρωτάει και γιατί το ρωτάει.

**E:** Δηλαδή, η οπτικοποίηση θα τους βοηθήσει.

**E2:** Ναι, αλλιώς θα «χαθούνε» μέσα σε αυτήν την ερώτηση. Είναι και μεγάλη.

Ερώτηση 2 και 3:

**E1:** Κάτι παρόμοιο προτείνω και εδώ. Να υπάρχει μια φωτογραφία με εκκλησία που θα έχει απλό τζάμι και μια εκκλησία με βιτρό, ώστε να τις συγκρίνουν και να τίθεται η ερώτηση «Ποια από τις δύο σου αρέσει περισσότερο και γιατί;»

**E2:** Και πρέπει να γίνει αναφορά ότι μέχρι και σήμερα θεωρούν αυτές τις εκκλησίες ξεχωριστές και τις θαυμάζουν, για να κάνουν τη σύνδεση ότι αυτά δεν γίνονται, πλέον, έτσι. Είναι κάτι από τα παλιά χρόνια που έχει μείνει, για να μπορέσουν να καταλάβουν και την έννοια του πολιτισμού που είναι δύσκολη.

**E1:** Τα τζάμια αυτά τα είχαν εκκλησίες που ήταν πλούσιες;

**E2:** Όχι, δεν ήταν θέμα πλούτου, αλλά τεχνοτροπίας της εποχής.

**E4:** Χαρακτηριστικό, δηλαδή.

**E:** Οπότε, αν βάλουμε εικόνες στην ερώτηση 1 και 2 και τονίσουμε ότι είναι ξεχωριστές αυτές οι εκκλησίες και τις θαυμάζουν μέχρι σήμερα, αυτό θα τους βοηθήσει να απαντήσουν και στην ερώτηση 3.

**E3:** Ακριβώς, γιατί μπορεί να σου πουν ότι δεν θα τους ενημέρωνα γιατί δεν μου αρέσει η τέχνη ή δεν είδα κάτι ξεχωριστό.

**A2) και A3):**

**E1:** Έχω μια ερώτηση σχετικά με το A2. Τις πλαστελίνες πώς ακριβώς θα τις φτιάξουν;

**E:** Στην παρουσίαση έγινε αναφορά για τον κορονοϊούλη ως μέτρο σύγκρισης γιατί όταν τα νανοκομματάκια είχαν το ίδιο μέγεθος με τον κορονοϊούλη ήταν πορτοκαλί και γαλάζια, ο Αργυρούλης και ο Χρυσούλης, αντίστοιχα. Έπειτα, όταν

είχαν το μισό μέγεθος από τον κορονοϊούλη είχαν πράσινο και μπλε χρώμα αντίστοιχα. Και τέλος, όταν είχαν το μισό μέγεθος από το πράσινο και μπλε νανοκομματάκι, για τον Αργυρούλη και Χρυσούλη αντίστοιχα, το χρώμα τους γινόταν κίτρινο και κόκκινο.

**E1:** Οπότε, θα φτιάξουν ακριβώς αυτό που είδαν.

**E:** Ναι, έτσι θα γίνει.

**E4:** Εγώ θα πρότεινα να φτιάξουν ένα τζάμι βιτρό, χρησιμοποιώντας διαφάνειες με χρώμα, και δίπλα να φτιάξουν κάτι σαν υπόμνημα που να λέει, για παράδειγμα, ότι το πράσινο χρώμα φτιάχτηκε από το ασήμι, ενώ το κόκκινο από το χρυσό.

**E:** Δηλαδή κάτι παρόμοιο με το A3.

**E4:** Ναι, μπορούμε να ενώσουμε το A2 και το A3.

**E:** Κατάλαβα. Θέλετε να κάνετε κάποιο άλλο σχόλιο;

**E1:** Δεν έχω να σχολιάσω κάτι άλλο.

**E2:** Ούτε και εγώ.

**E4:** Όχι, δεν έχω να προσθέσω κάτι.

**E3:** Το ίδιο και εγώ.

**E:** Επομένως, εδώ τελειώσαμε. Σας ευχαριστώ πολύ για το χρόνο σας.