

International Conference in Open and Distance Learning

Vol 9, No 6B (2017)

Ο Σχεδιασμός της Μάθησης

Τόμος 6, Μέρος Β

Πρακτικά

9^ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή
& εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Αθήνα, 23 – 26 Νοεμβρίου 2017

Ο Σχεδιασμός της Μάθησης

Επιμέλεια
Αντώνης Λιοναράκης
Σύλβη Ιωακειμίδου
Μαρία Νιάρη
Γκέλη Μανούσου
Τόνια Χαρτοφύλακα
Σοφία Παπαδημητρίου
Άννα Αποστολίδου

ISBN 978-618-5335-01-4
ISBN SET 978-618-82258-5-5



Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Ελληνικό Δίκτυο Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

Enhancing Nature of Scientific Knowledge teaching
through cooperative experiment conduction in an
interactive videoconferencing environment

Γεώργιος Πέτρος Αρλαπάνος, Γεώργιος Καπόλας

doi: [10.12681/icodl.1060](https://doi.org/10.12681/icodl.1060)

**Ενισχύοντας τη διδασκαλία της Φύσης της Επιστημονικής Γνώσης μέσω
συνεργατικής διεξαγωγής πειράματος σε περιβάλλον διαδραστικής
τηλεδιάσκεψης**

**Enhancing Nature of Scientific Knowledge teaching through cooperative
experiment conduction in an interactive videoconferencing environment**

Αρλαπάνος Γεώργιος
Εκπαιδευτικός Π.Ε.04.04
M.Ed.
georgiosarlanos@gmail.com

Καπόλας Γεώργιος
Εκπαιδευτικός Π.Ε.04.04
M.Sc., Υποψ. Διδάκτορας
gkapolas@yahoo.gr

Abstract

The present teaching practice was designed and implemented during the school year 2016-17 in the context of a cross-school cooperation protocol between two senior high schools, and aimed at teaching specific elements of the Nature of Scientific Knowledge within the Biology class such as empirical evidence, review and criticism, consensus of the scientific community, diversity and changeability of method, creativity, subjectivity and tentativeness. Cooperative experiment conduction in an interactive videoconferencing environment along with shared documents real-time processing was chosen as a teaching method. The project was evaluated at a distance, through the synergistically action of two Biology teachers, working in different Greek prefectures, with two pairs of classes comprised of a total of appr.100 students. The implementation was transacted in two separate couples of teaching hours for each pair of distant classes. The teaching scenario's scope was to gain students insight the experimental procedure of counting the Reaction Time (RT), in terms of time lapse between an external stimulus (visual, auditory etc) and a conscious body reaction. The cooperative preparation and implementation of the experimental procedure and the dialectic that emerged in real time between distant students-scientists created a condition of true scientific research and interaction. As a result, we believe that the interactive videoconference enhanced the experiential character of the teaching method and consequently highlighted elements of the Nature of Scientific Knowledge. Moreover, benefits were identified as far as pedagogy, socialization and cognition are concerned, while some problems were questioned and suggestions for further improvement were made.

Keywords: *nature of scientific knowledge (NOSk), interactive videoconference, biology, inquiry-based learning, cross-school cooperation*

Περίληψη

Η παρούσα εκπαιδευτική πρακτική σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2016-17, στο πλαίσιο πρωτοκόλλου συνεργασίας μεταξύ δύο σχολείων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε διαφορετικούς νομούς και με στόχο τη διδασκαλία ορισμένων χαρακτηριστικών της Φύσης της Επιστημονικής Γνώσης στη Βιολογία της Α' Λυκείου, όπως, εμπειρική τεκμηρίωση, κριτική, συναίνεση επιστημονικής

κοινότητας, ποικιλότητα και μεταβλητότητα επιστημονικής μεθόδου, δημιουργικότητα, υποκειμενικός χαρακτήρας, προσωρινότητα. Ως μεθοδολογία, επιλέχθηκε η συνεργατική διεξαγωγή πειράματος σε περιβάλλον διαδραστικής τηλεδιάσκεψης με ταυτόχρονη χρήση κοινόχρηστων εγγράφων σε πραγματικό χρόνο. Ενεπλάκησαν δύο εκπαιδευτικοί ΠΕ.04.04 και τέσσερα τμήματα (δύο ζεύγη απομακρυσμένων τμημάτων) με σύνολο 100 περίπου μαθητών. Η διδασκαλία έλαβε χώρα στη διάρκεια δύο ανεξάρτητων διδακτικών ωρών, ανά ζεύγος τμημάτων. Το εκπαιδευτικό σενάριο είχε σκοπό την πειραματική καταγραφή του χρόνου αντίδρασης, δηλαδή του χρονικού διαστήματος ανάμεσα σε ένα εξωτερικό ερέθισμα (οπτικό, ακουστικό κλπ) και σε μια συνειδητή σωματική αντίδραση. Η συνεργατική οργάνωση στην προετοιμασία και υλοποίηση του πειράματος, αλλά και η διαλεκτική που αναπτύχθηκε σε πραγματικό χρόνο ανάμεσα στους απομακρυσμένους μαθητές – επιστήμονες, διαμόρφωσε μια συνθήκη πραγματικής επιστημονικής έρευνας και αλληλεπίδρασης. Έτσι, θεωρούμε πως η διαδραστική τηλεδιάσκεψη ενίσχυσε το βιωματικό χαρακτήρα της διδασκαλίας και συνακόλουθα ενόησε την ανάδειξη χαρακτηριστικών της Φύσης της Επιστημονικής Γνώσης. Επιπρόσθετα, εντοπίστηκαν οφέλη σε παιδαγωγικό, κοινωνικό και μαθησιακό επίπεδο ενώ σημειώθηκαν τόσο προβληματισμοί όσο και προτάσεις βελτίωσης.

Λέξεις-κλειδιά: φύση επιστημονικής γνώσης, διαδραστική τηλεδιάσκεψη, βιολογία, διερευνητική μάθηση, διασχολική συνεργασία

1. Θεωρητικό πλαίσιο

1.1. Η διδασκαλία της Φύσης της Επιστημονικής Γνώσης

Η Φύση της Επιστημονικής Γνώσης (εφεξής ΦΕΓ) αποτελεί σύνθετη και αφηρημένη έννοια και χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα χαρακτηριστικά δόμησης, τεκμηρίωσης και εγκυροποίησης της επιστημονικής γνώσης. (Κωνσταντίνου & Παπαδούρης, 2008). Η εξέλιξη των ιδεών για τα παραπάνω (Chalmers, 2001) περιλαμβάνει ένα φάσμα ή αλλιώς ένα εξελισσόμενο σύνολο επιστημολογικών προσεγγίσεων. Ξεκινώντας από τον επαγωγισμό και φτάνοντας στη διάψευδοκρατία, η φιλοσοφική σκέψη εξελίχθηκε βλέποντας τις θεωρίες ως δυναμικά εξελισσόμενα ερευνητικά προγράμματα. Περαιτέρω, λαμβάνοντας υπόψη τα κοινωνιολογικά χαρακτηριστικά των επιστημονικών κοινοτήτων και το ιστορικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι θεωρίες εξελίσσονται, άλλοι φιλόσοφοι εισηγήθηκαν την έννοια των επιστημονικών επαναστάσεων και του ‘παραδείγματος’ ως δομημένο σύστημα που περιγράφει την επιστήμη. Από μια διαφορετική οπτική γωνία, το επιστημολογικό στερέωμα άλλοτε διαπνέεται περισσότερο από τον ορθολογισμό και την προσέγγιση της αντικειμενικής αλήθειας βάσει της λογικής σκέψης, κι άλλοτε από τον εμπειρισμό των υποκειμενικά ερμηνεύσιμων αισθητηριακών δεδομένων. Αλλιώς, οι επιστημολογικές προσεγγίσεις άλλοτε ρέπουν προς το πνεύμα του ρεαλισμού με έμφαση στην προσπάθεια διαρκούς προσέγγισης της αληθούς περιγραφής του κόσμου κι άλλοτε είναι σχετικιστικές, αποδίδοντας αξία στη συναίνεση της επιστημονικής κοινότητας για την αποδοχή θεωριών.

Με βάση την παραπάνω συνοπτική, αλλά ενδεικτική της ποικιλίας προσεγγίσεων, περιγραφή της φύσης της Επιστήμης, έχει προταθεί η λεγόμενη ‘συναινετική άποψη’ για τη διδασκαλία της, που συνοψίζει τα διδασκόμενα χαρακτηριστικά της ΦΕΓ στους τρεις ακόλουθους τομείς (McComas & Kampourakis, 2015):

A) Εργαλεία και παράγωγα της Επιστήμης:

- Αναγκαιότητα για εμπειρική τεκμηρίωσή της, ανοιχτότητα αυτής σε κριτική

- Εξάρτηση και περιορισμός της από τη συναίνεση της επιστημονικής κοινότητας
 - Ποικιλότητα και η μεταβλητότητα της μεθόδου
 - Εννοιολογική διάκριση νόμων και θεωριών
- B) Ανθρώπινα στοιχεία της Επιστήμης:
- Είναι δημιουργική διαδικασία
 - Έχει υποκειμενικό χαρακτήρα (λ.χ. κατά την ερμηνεία των δεδομένων)
 - Ενισχύεται ή περιορίζεται από κοινωνικούς και πολιτισμικούς παράγοντες
- Γ) Οριοθέτηση:
- Η επιστημονική γνώση είναι μεν σταθερή, αλλά προσωρινή
 - Η επιστήμη διακρίνεται από την τεχνολογία, υπό την έννοια ότι η τεχνολογία είναι παράγωγο της επιστήμης και δεν είναι ταυτόσημες έννοιες
 - Έχει όρια στο τι μπορεί να εξηγήσει

Η κατανόηση της ΦΕΓ θεωρείται βήμα κλειδί για την ανάπτυξη επιστημονικά εγγράμματων πολιτών (Κουλαϊδής κ.α., 2008), εφοδιάζοντάς τους με ικανότητες αποτελεσματικής συμμετοχής σε δημοκρατικές διεργασίες, κατανόησης και αξιολόγησης των ηθικών αρχών με τις οποίες λειτουργούν οι επιστήμονες, ή ακόμη και με την απαιτούμενη επιστημονική επάρκεια για την επίλυση ερωτημάτων που αναδύονται από καθημερινές προκλήσεις. Ωστόσο, αρκετές είναι οι βιβλιογραφικές αναφορές (Φερτάκης, 2016), όπου σημειώνεται η ανεπάρκεια στην κατανόηση της ΦΕΓ από μαθητές και εκπαιδευτικούς, καθώς και η μειωμένη απόδοση αξίας στη διδασκαλία της από τους τελευταίους. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η διδασκαλία της ΦΕΓ μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων διδασκαλιών, υπό την ‘αυστηρή’ προϋπόθεση η διδασκαλία να μην είναι δογματική και τα χαρακτηριστικά της Επιστήμης να μη θεωρούνται αμετάβλητα (Κουλαϊδής κ.α., 2008, Kampourakis 2016).

Βασική αρχή για την αποτελεσματική διδασκαλία της ΦΕΓ είναι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα που περιλαμβάνουν: τον εντοπισμό του προβλήματος, τη διατύπωση υποθέσεων, τη συλλογή, οργάνωση και ανάλυση δεδομένων, τον έλεγχο των υποθέσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο βαθμός καθοδήγησης μπορεί να ποικίλλει και οι μαθητές πρέπει να αναστοχάζονται το έργο και τα πορίσματά τους, ενώ παράλληλα ο εκπαιδευτικός καλείται να υποστηρίξει την εν λόγω εκπαιδευτική διαδικασία με ερωτήσεις που να καταλήγουν σε ρητή εν τέλει αναφορά των στοιχείων της ΦΕΓ και οι οποίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με το διδασκόμενο αντικείμενο. (Hofstein & Lunetta, 2004, Hsu, van Eijck & Roth, 2010).

Από τα παραπάνω φαίνεται πως η επαφή των μαθητών με τα στοιχεία της ΦΕΓ έχει βιωματικό χαρακτήρα, χωρίς αυτό να σημαίνει πως απλά και μόνο με το να ‘κάνουμε επιστήμη’ μπορούμε να διδάξουμε τη ΦΕΓ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Ούτως ή άλλως, κατά τον Kolb (1984), μια βιωματική διδασκαλία πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: ανάπτυξη εμπειρίας, αναστοχασμό, αφηρημένη εννοιοποίηση, ενεργό πειραματισμό. Τα δύο πρώτα στάδια θεωρούνται κρίσιμα, με τον αναστοχασμό να δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να ενεργοποιήσουν μεταγνωστικούς συλλογισμούς, σχετικά με τα συναισθήματα και τις διαδικασίες. Έτσι οικειοποιούνται το θέμα, αναζητούν νόημα, αυξάνουν τη δημιουργικότητά τους και την αυτογνωσία τους (Καμαρινού, 2000). Γι’ αυτό η διερευνητική μάθηση και η βιωματικότητα θεωρούμε πως είναι συμβατές με τη ρητή διδασκαλία της ΦΕΓ. Στην επόμενη υποενότητα εισηγούμαστε ότι η διαδραστική τηλεδιάσκεψη μπορεί να ενισχύσει τη διδασκαλία αυτή κυρίως ως προς το βιωματικό χαρακτήρα της.

1.2. Η Διαδραστική Τηλεδιάσκεψη πλαίσιο ανάπτυξης καινοτόμων διδασκαλιών

Η ‘εξ’ αποστάσεως εκπαίδευση’ (distance learning) είναι η από απόσταση υλοποίηση εκπαιδευτικών προγραμμάτων με χρήση ΤΠΕ (UNESCO, 2016). Η τηλεδιάσκεψη (videoconferencing) είναι ένας από τους τρόπους διασύνδεσης απομακρυσμένων σημείων με επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μέσω βίντεο καθώς και ανταλλαγή δεδομένων και από κοινού χρήση εφαρμογών. Ειδικότερα, στη διαδραστική τηλεδιάσκεψη - ΔΤ - (Interactive Videoconferencing - IVC) οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούν με τρόπο δυναμικό, με απώτερο σκοπό τη συνεργατική οικοδόμηση της γνώσης (Αναστασιάδης, 2007).

Έχει από νωρίς καταστεί σαφής η σημασία του εκπαιδευτικού σχεδιασμού τόσο με διδακτικά, όσο και με παιδαγωγικά κριτήρια προκειμένου η (διαδραστική) τηλεδιάσκεψη, όπως και οι ΤΠΕ γενικότερα, να αξιοποιούνται με τρόπους πρόσφορους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Ράπτης & Ράπτη, 2004). Σε αντίθεση με μια εργαλειακή θεώρηση, κατά την οποία οι ΤΠΕ αποτελούν απλώς εκτελεστικό μέσο σε διδασκαλίες που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς αυτές, η ΔΤ μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα ώστε να εφευρεθούν νέοι τρόποι ανάπτυξης διδακτικής μεθοδολογίας. Στην περίπτωση μας λοιπόν, επιχειρούμε να αξιοποιήσουμε τη ΔΤ για την επαύξηση της βιωματικότητας στη διερευνητικού τύπου διδασκαλία ορισμένων χαρακτηριστικών της ΦΕΓ, σε σχέση με μια συμβατική διδασκαλία χωρίς τη ΔΤ. Πιο συγκεκριμένα, θεωρούμε πως η αλληλεπίδραση σε αληθινό χρόνο με μια απομακρυσμένη και, αρχικά τουλάχιστον, ανοικεία ερευνητική ομάδα, προσομοιώνει καλά την αυθεντική λειτουργία της επιστημονικής κοινότητας, στην οποία δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα εργαστήρια μπορεί να μελετούν το ίδιο αντικείμενο, ενδεχομένως με διαφορετική μεθοδολογία, και ερμηνεύουν με ενδεχομένως ξεχωριστούς τρόπους τα δεδομένα τους, ερχόμενοι τελικά σε κριτική αλληλεπίδραση. Παρόμοια αλληλεπίδραση θα μπορούσε να επιτευχθεί ανάμεσα σε μαθητικές ομάδες της ίδιας τάξης, ωστόσο θεωρούμε πως θα είχε μικρότερη δυναμική.

Ένα μοντέλο ανάπτυξης εκπαιδευτικών σεναρίων με ΔΤ στο παιδαγωγικό πλαίσιο του εποικοδομισμού, της διαθεματικότητας και της συνεργατικής μάθησης εφαρμόστηκε από τον Αναστασιάδη (2008). Σε αυτό προτείνονται τα εξής στάδια:

A) Εισαγωγικές δραστηριότητες: εξοικείωση μαθητών με το μέσο και μεταξύ τους.

B) Εικονική τάξη: οι μαθητές εμπλέκονται σε αυθεντικές καταστάσεις μάθησης

Γ) Συνεργασία ομάδων από απόσταση

Δ) Διαδραστική παρουσίαση αποτελεσμάτων - επιχειρηματολογία

Η τεχνική αξιοπιστία των χρησιμοποιούμενων μέσων (δίκτυο, εικόνα, ήχος κλπ) είναι καθοριστικός παράγοντας επιτυχίας (Αναστασιάδης, 2008, Hearnshaw, 2000). Από την άλλη, η ‘εικονική’ παρουσία των συμμετεχόντων και συνακόλουθα η φτώχη μη λεκτική και οπτική επικοινωνία θεωρείται ότι περιορίζει την ποιότητα της διαπροσωπικής αλληλεπίδρασης (Schweizer et al., 2003, Bates, 1995) ειδικά όταν τα παιδιά δεν γνωρίζονται από πριν. Γι’ αυτό απαιτείται μετασχηματισμός στη μεθοδολογία και το ρόλο του εκπαιδευτικού (Καραγιάννη κ.α., 2010). Για παράδειγμα, όπως περιγράφει ο Αναστασιάδης (2007) χρειάζεται ‘έμφαση στην φιλικότητα, στην κίνηση του σώματος, στις εκφράσεις του προσώπου [...] σε συνδυασμό με την ανάπτυξη συμμετοχικών τεχνικών και συνεργατικών δραστηριοτήτων’. Κατά τη γνώμη μας, στο βαθμό που η αλληλεπίδραση εξ’ αποστάσεως υπολείπεται της δια ζώσης, καταλυτικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός που σε αληθινό χρόνο πρέπει να εφαρμόζει την τεχνική της προτυποποίησης για να υποδείξει επιθυμητές δεξιότητες όπως τη δική του στάση (πχ ενεργητική ακρόαση). Δεν υπολείπεται, φυσικά και η σημασία της συλλογικής οικοδόμησης και αποδοχής κανόνων και αρχών δεοντολογίας στην επικοινωνία και τη συνεργασία. Έτσι

θεωρούμε πως μπορεί να αναπτυχθεί γόνιμο παιδαγωγικό και κοινωνικό πλαίσιο λειτουργίας.

2. Μεθοδολογία ανάπτυξης

Η διδασκαλία σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2016-17 στο πλαίσιο συνεργασίας δύο σχολείων (3ο Γ.Ε.Λ. Κορωπίου και Πειραματικό Γ.Ε.Λ. Πατρών) στο μάθημα της Βιολογίας Α' Λυκείου. Ενεπλάκησαν δύο εκπαιδευτικοί ΠΕ.04.04 και τέσσερα τμήματα (δύο ζεύγη απομακρυσμένων τμημάτων) με σύνολο 100 περίπου μαθητών. Η διδασκαλία διήρκεσε τέσσερις διδακτικές ώρες (δύο ξεχωριστά δίωρα) ανά ζεύγος τμημάτων (Α1-Α1', 2 δίωρα και Α2-Α2' ομοίως).

Το εκπαιδευτικό σενάριο είχε σκοπό τη διδασκαλία ορισμένων χαρακτηριστικών της ΦΕΓ μέσω της πειραματικής μελέτης του χρόνου αντίδρασης (ΧρΑ, reaction time, RT) δηλαδή του χρονικού διαστήματος ανάμεσα σε ένα εξωτερικό ερέθισμα (οπτικό, ακουστικό κλπ) και σε μια συνειδητή σωματική αντίδραση. Οι διδακτικοί στόχοι ήταν οι ακόλουθοι:

Α) Γνώσεις - Δεξιότητες: Οι μαθητές και οι μαθήτριες...

1. Να γνωρίσουν και να βιώσουν τη σύγχρονη εξ' αποστάσεως διδασκαλία και τη διαδραστική τηλεδιάσκεψη (Εφαρμογές Πληροφορικής: Θ.Ε.14.2, Επικοινωνία και Συνεργασία από απόσταση).
2. Να εμβαθύνουν σε έννοιες της Βιολογίας (χρόνος αντίδρασης, κεφ.9, Νευρικό σύστημα) και να εξασκηθούν σε υπολογισμούς κινηματικής (Φυσική: Κεφ.1.1, Ευθύγραμμη κίνηση)
3. Να συλλέγουν πειραματικά δεδομένα οργανώνοντας και αναλύοντάς τα συνεργατικά με κοινόχρηστα έγγραφα σε πραγματικό χρόνο.
4. Να αξιολογούν εμπειρικά δεδομένα με τρόπο διαλεκτικό
5. Να γνωρίσουν ή να διευρύνουν την αντίληψή τους για τη ΦΕΓ: εμπειρική τεκμηρίωση, κριτική, συναίνεση επιστημονικής κοινότητας, ποικιλότητα και μεταβλητότητα επιστημονικής μεθόδου, δημιουργικότητα, υποκειμενικός χαρακτήρας, προσωρινότητα

Β) Κοινωνικές και επικοινωνιακές ικανότητες: Οι μαθητές και οι μαθήτριες να καλλιεργήσουν εξωστρέφεια, ενεργητική ακρόαση, δημιουργική αμφισβήτηση, ευελιξία και προσαρμοστικότητα στην εργασία και το διάλογο.

Στηριχθήκαμε στο μοντέλο για την παιδαγωγική αξιοποίηση της διαδραστικής τηλεδιάσκεψης, που προτάθηκε από τον Αναστασιάδη (2008), το οποίο και τροποποιήσαμε, προσαρμόζοντάς το στην εν λόγω εκπαιδευτική πρακτική, προκειμένου να αρθρώσουμε μια διερευνητική και διαθεματική διδασκαλία με επαυξημένη τη βιωματική συνθήκη του 'πώς λειτουργεί η επιστήμη', διεκδικώντας την κατανόηση της ΦΕΓ.

Οι φάσεις της διδασκαλίας ορίστηκαν σε δύο ΔΤ:

Φάση 1^η: Πρώτη διαδραστική τηλεδιάσκεψη:

- Εισαγωγικές δραστηριότητες με σκοπό την εξοικείωση με το μέσο και τα μέλη και τη διαμόρφωση παιδαγωγικού πλαισίου και κανόνων
- Αφόρμηση
- Συνδιαμόρφωση ερευνητικής μεθοδολογίας: ερευνητικό ερώτημα, μελετώμενες παράμετροι, ερευνητικά εργαλεία.

Φάση 2^η: Δεύτερη διαδραστική τηλεδιάσκεψη:

- Συνεργατική διεξαγωγή πειράματος: συλλογή και επεξεργασία δεδομένων
- Συλλογική ανάλυση δεδομένων, ανάπτυξη διαλόγου με σκοπό την αναζήτηση ευρημάτων και τη διατύπωση συμπερασμάτων

- Αναστοχασμός, συμπεράσματα σχετικά με τη ΦΕΓ
- Αξιολόγηση

3. Εφαρμογή

Η **πρώτη ΔΤ** με διάρκεια δύο διαδοχικές διδακτικές ώρες έγινε στην αίθουσα του τμήματος/στο εργαστήριο ΦΕ με χρήση φορητού ΗΥ, κάμερας, μικροφωνικής εγκατάστασης και βιντεοπροβολέα με πανί προβολής. Η χωροθέτηση ήταν άλλοτε αμφιθεατρική (ολομέλεια) κι άλλοτε σε ζεύγη εργασίας (πείραμα). Χρησιμοποιήθηκε η υπηρεσία Skype. Αναλυτικότερα:

Α) Γνωριμία και καλλιέργεια ομαδικού πνεύματος: Πριν από την ΔΤ οι εκπαιδευτικοί διατύπωσαν κανόνες δεοντολογίας, επικοινωνίας και συνεργασίας. Στην αρχή της ΔΤ οι εκπαιδευτικοί αλληλοσυστήθηκαν, οικοδομώντας ευχάριστο κλίμα και έδωσαν το λόγο στους μαθητές (εικόνα 1). Αυτοί συστήνονταν και εξέφραζαν προσδοκίες, ενισχύοντας το θετικό κλίμα. Πραγματοποιήθηκε παιγνιώδης δραστηριότητα για να ενισχυθεί η οικειότητα και η συνοχή των ομάδων. Στην περίπτωση μας παίξαμε την ‘κρεμάλα’ με βιολογικούς όρους, χρησιμοποιώντας online εφαρμογή. Επενδύθηκε επαρκής χρόνος, ώστε το χιούμορ και η άμιλλα να υποστηρίξουν στη συνέχεια ουσιαδώς το στόχο.



Εικόνα 1: Στιγμιότυπο από την αλληλεπίδραση των μαθητών

Β) Αφόρμηση και ανάπτυξη ερευνητικής μεθοδολογίας: Η αφόρμηση έγινε με αναζήτηση καταστάσεων της καθημερινής ζωής, όπου εκδηλώνεται η ‘αντανακλαστική’ αντίδρασή μας, και με συζήτηση για το ρόλο της. Αναφέρθηκαν η ασφάλεια και η αυτοπροστασία (πχ στην οδήγηση), ο αθλητισμός (πχ στην εκκίνηση αγώνων, τις πολεμικές τέχνες) κ.α.

Έπειτα, διατυπώθηκαν ερωτήματα και υποθέσεις για τις παραμέτρους που μπορεί να επηρεάζουν το χρόνο αντίδρασης. Με τη βοήθεια και των εκπαιδευτικών εντοπίστηκαν η όραση, η ακοή, ο ρόλος του επικρατούς χεριού, το φύλο, η φυσική κατάσταση, η τρέχουσα εγρήγορση ατόμου, καθώς και κάποια υποκειμενικά

χαρακτηριστικά, όπως ο χαρακτήρας, η γενική συγκέντρωση και άλλα, ακόμη και άγνωστα.

Η μέθοδος του χάρακα για τη μέτρηση του ΧρΑ επιλέχθηκε μετά από (σκόπιμη) ερώτηση διερευνητικού χαρακτήρα (επιδείχθηκε ένας χάρακας και οι μαθητές ερωτήθηκαν πώς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για να μετρηθεί ο ΧρΑ). Οι μαθητές θα μετρούσαν το ΧρΑ σε ζεύγη, εναλλάξ και τρεις φορές ως εξής: ο ένας κρατά το χάρακα σε καθορισμένο ύψος, με καθορισμένο τρόπο (εικόνα 2) και ο άλλος τοποθετεί ανοικτά τα δάκτυλά του στην κάτω άκρη του χάρακα με συγκεκριμένο τρόπο και σε συγκεκριμένη απόσταση έτσι ώστε, όταν ο πρώτος αφήσει τον χάρακα να πέσει, ο δεύτερος να τον πιάσει.



Εικόνα 2: Διάταξη χεριών και χάρακα στη μέθοδο αρπαγής

Καταγράφεται η απόσταση που διένυσε ο χάρακας πέφτοντας και υπολογίζεται ο χρόνος αντίδρασης με τη σχέση $t = (2h/g)^{1/2}$. Οι μαθητές συζήτησαν για την επιλεγθείσα μέθοδο, προβλέποντας πιθανά σφάλματα και αναγνωρίζοντας την ανάγκη για κοινούς κανόνες μέτρησης. Τελικά συμφωνήθηκαν συγκεκριμένες 'προδιαγραφές' για το άνοιγμα των δακτύλων, την αρχική θέση του χάρακα, του τρόπου άφεσης κ.α. Τέλος, οριστικοποιήθηκαν συλλογικά οι μελετώμενες παράμετροι και ορίστηκαν συνδυασμοί αυτών, που θα αντιστοιχούσαν σε ομάδες πειραματισμού, ως εξής:

- Αρπαγή χάρακα με επικρατές χέρι – με μη επικρατές χέρι (επίδραση επικράτησης και εξάσκησης)
- Αρπαγή χάρακα με δύο μάτια ανοικτά – με ένα μάτι ανοικτό (επίδραση στερεοσκοπικής όρασης) – με δύο μάτια κλειστά (επίδραση ακοής)

Όλα τα ζευγάρια θα έκαναν μετρήσεις με επικρατές χέρι και δύο μάτια ανοικτά (μάρτυρας), και κάθε υποομάδα ζευγαριών θα έκανε επιπρόσθετες μετρήσεις με έναν από τους παρακάτω συνδυασμούς συνθηκών: 1) επικρατές χέρι με ένα μάτι κλειστό, 2) επικρατές χέρι με δύο μάτια κλειστά, 3) μη επικρατές χέρι με δύο μάτια ανοικτά, 4) μη επικρατές χέρι με ένα μάτι κλειστό, 5) μη επικρατές χέρι με δύο μάτια κλειστά.

Στο κλείσιμο οι μαθητές ενημερώθηκαν για τη χρήση κοινόχρηστων εγγράφων (υπολογιστικό φύλλο google) κι εκφράστηκαν προσδοκίες για τη επόμενη φάση.

Η δεύτερη ΔΤ έγινε μια εβδομάδα αργότερα με τα ίδια οργανωτικά χαρακτηριστικά. Μετά το σύντομο αμοιβαίο καλωσόρισμα, έγιναν τα εξής:

Α) Πραγματοποίηση πειράματος: Σε κάθε τάξη οι μαθητές χωρίστηκαν στις πέντε υποομάδες ζευγών και εφαρμόζοντας την επιλεγθείσα μέθοδο (εικόνα 3), το κάθε ζεύγος μετρήσε το ΧρΑ, κατέγραψε τα δεδομένα αρχικά σε πρόχειρο φύλλο καταγραφής (βλ.παραρτήμα) και μετά, εκ περιτροπής, τα μετέφερε σε πραγματικό

χρόνο σε κοινόχρηστο υπολογιστικό φύλλο (βλ.παράρτημα) (εικόνα 4) που προβαλλόταν εν εξελίξει, μέσω βιντεοπροβολέα, μαζί με τη γενική λήψη της αίθουσας (εικόνα 5). Τα δεδομένα παριστάνονταν αυτόματα σε ραβδογράμματα με υπολογισμό μέσου όρου και τυπικής απόκλισης (επίσης σκόπιμα επιλεγμένων ως μέθοδο ανάλυσης, βλ.παρακάτω) και προβάλλονταν στην κοινή οθόνη.



Εικόνα 3: Στιγμιότυπο από την πειραματική διαδικασία



Εικόνα 4: Καταγραφή δεδομένων σε πρόχειρο φύλλο (αριστερά) και μεταφορά τους στο κοινόχρηστο υπολογιστικό φύλλο (δεξιά)

Μαθητή	Παράμετρος 1: επικρατές χέρι	Παράμετρος 2: Μη επικρατές χέρι	Παράμετρος 3: μέτρο κλειστά - επικρατές χέρι	Παράμετρος 4: μέτρο κλειστά - μη επικρατές χέρι	Παράμετρος 5: μέτρο κλειστά - μη επικρατές χέρι	Παράμετρος 6: μέτρο κλειστά - μη επικρατές χέρι
1		26				
2		22,5	20	18,5		
3		20	11	19,5		
4		33	11,5	26		
5		24	29	19,5		
6		18	15,4	22,5		
7		16,5	29	30		
8		23,5				
9		21				
10		26				
11		21.524				
12		39				
13		31				

Εικόνα 5: Αποψη προβαλλόμενου κοινόχρηστου εγγράφου με ροή δεδομένων

Β) Σχολιασμός εμπειρικών δεδομένων και συζήτηση: Αναζητήθηκαν διαφορές και συσχετίσεις. Πρώτα δόθηκε λίγος χρόνος για πρώτους σχολιασμούς και πορίσματα με κατά ομάδες συμπλήρωση φύλλου εργασίας (βλ.παράρτημα). Έπειτα, οι εκπαιδευτικοί υποστήριζαν το διάλογο ανάμεσα στους μαθητές με αναστοχαστικές

ερωτήσεις και αποσκοπώντας στην ρητή ανάδειξη χαρακτηριστικών της ΦΕΓ. Τελικά διατυπώθηκαν κοινά πορίσματα σχετικά με το μελετώμενο φαινόμενο, κυριότερα την επιλεγθείσα μέθοδο και τελικά για την ίδια τη ΦΕΓ.

Γ) Στην τελική φάση της διδασκαλίας εκφράστηκαν προσδοκίες για τη συνέχεια της συνεργασίας σε πολύ θετικό κλίμα και συμπληρώθηκε ερωτηματολόγιο (βλ. παράρτημα) σχετικά με την αλληλεπίδραση των επιστημόνων και την εμπειρία της εφαρμοσθείσας διδασκαλίας.

4. Ευρήματα – Συμπεράσματα – Συζήτηση

Σε γενικές γραμμές, θεωρούμε ότι επιτεύχθηκε η διδασκαλία αρκετών χαρακτηριστικών της ΦΕΓ σε όλους τους τομείς που προαναφέρθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, κατά το σχεδιασμό της ερευνητικής μεθοδολογίας οι μαθητές παρέθεταν ιδέες τις οποίες αξιολογούσαν θετικά ή αρνητικά με τάση σύγκλισης.

Μετά την καταγραφή δεδομένων και την προβολή των ραβδογραμμάτων, παρατηρήθηκε ότι η τυπική απόκλιση του μέσου ΧρΑ ήταν πολύ μεγάλη για κάθε μελετώμενη παράμετρο, με αποτέλεσμα να μην ευνοείται η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, γεγονός που παρατηρήθηκε πως προκάλεσε δυσαρέσκεια και προσμονή στα παιδιά. Μολαταύτα προχώρησαν σε ανάλυση της μεθοδολογίας και επαλήθευσαν προβλεφθέντα σφάλματα ενώ εντόπισαν νέες πηγές σφαλμάτων (θόρυβος, κακή εφαρμογή κανόνων, πρόβλεψη ρίψης χάρακα κλπ). Αν και αρχικά έδειξαν να απογοητεύονται από το γεγονός ότι δεν διέκριναν την επίδραση των μελετώμενων παραμέτρων στο χρόνο αντίδρασης, τελικά αναγνώρισαν το γεγονός πως στην πραγματική επιστημονική έρευνα τόσο η μέθοδος όσο και τα δεδομένα δεν είναι πάντα ικανοποιητικά. Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι, όπως περιγράφει ο Whelan (2008), η φύση των δεδομένων μέτρησης του ΧρΑ δεν προσφέρεται για τη στατιστική ανάλυση που επιλέξαμε (μέσος όρος και τυπική απόκλιση) και εισηγείται άλλους προσφορότερους τρόπους. Η σκόπιμα λοιπόν κατευθυνόμενη επιλογή αυτής της μεθόδου μέτρησης και ανάλυσης ανέδειξε τη σημασία των επιλογών στην ερευνητική μεθοδολογία και κατ' επέκταση την εξελιξιμότητά της. Οι μαθητές τελικά διαπίστωσαν και δηλώθηκε ρητά από όλους ότι ο σχεδιασμός ερευνητικής μεθοδολογίας είναι κάτι δημιουργικό, υπόκειται σε αξιολόγηση και υφίσταται μεταβολές, πράγμα επίσης φυσιολογικό αν και ενδεχομένως επίπονο. Θεωρούμε πως σε επόμενη εφαρμογή πρέπει να δοθεί η ευκαιρία στους μαθητές να ανασκευάσουν την ερευνητική μέθοδο και να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα, γεγονός που, παρόλο που θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο, όχι μόνο θα τους δώσει ικανοποίηση αλλά θα ενισχύσει και την παραπάνω επιστημολογική αντίληψη.

Κατά την ανάλυση των δεδομένων αναζητήθηκαν διαφορές στους χρόνους αντίδρασης και κατ' επέκταση πρότυπα στα δεδομένα. Οι μαθητές αποπειράθηκαν να τα ερμηνεύσουν κάνοντας εκτιμήσεις «υπό τη σκιά» της υψηλής τιμής της τυπικής απόκλισης. Οι διαφορετικές αυτές προσεγγίσεις ανέδειξαν εύμορφα την υποκειμενικότητα και τη δημιουργικότητα κατά την ερμηνεία των δεδομένων, που χαρακτηρίζουν τη ΦΕΓ.

Παράλληλα, η αντίθεση απόψεων, η σύνθεση και εν τέλει η μάλλον συναινετική σύγκλιση, οδήγησαν σε διατύπωση κοινών πορισμάτων για την ερμηνεία των παρατηρούμενων διαφορών και για την επιλεγθείσα μέθοδο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι η κάθε μαθητική ομάδα φαίνεται πως προσλάμβανε τις απόψεις της άλλης, άλλοτε ως κριτική κι άλλοτε ως βοήθεια. Λαμβάνοντας υπόψη την παράμετρο της έλλειψης γνωριμίας μεταξύ των ατόμων που απάρτιζαν τις διαφορετικές μαθητικές ομάδες, θεωρούμε ότι επιτεύχθηκε ως ένα βαθμό η αυξημένη βιωματικότητα που προσδοκούσαμε από τη διαδραστική τηλεδιάσκεψη. Χάρη σε

αυτή θεωρούμε πως οι μαθητές συναισθάνθηκαν το ρόλο της επιστημονικής κοινότητας στη συνεργασία και κυρίως την αποδοχή ή όχι επιστημονικών θεωριών. Η διαπίστωση αυτή αποτυπώθηκε και στα ερωτηματολόγια. Συγκεκριμένα, στις ερωτήσεις αν οι διαφωνίες μεταξύ επιστημόνων ‘ευνοούν την ανάπτυξη καλύτερων μεθόδων’, ‘είναι φυσιολογικές’, και ‘συμβαίνουν και στην ‘αληθινή’ έρευνα’ έδειξαν να συμφωνούν έντονα, γεγονός που δείχνει πως αναγνωρίζουν τη θετική πλευρά της επίδρασης της επιστημονικής κοινότητας στην ανάπτυξη της ΕΓ.

Επιπροσθέτως, οι μαθητές δήλωσαν, μέσω των ερωτηματολογίων, ότι η γνωριμία και η συνεργασία με ένα διαφορετικό και απομακρυσμένο ως προς αυτούς σχολείο ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα, ενώ ταυτόχρονα ευχήθηκαν η αλληλεπίδραση μέσω τηλεδιάσκεψης, η χρήση κοινόχρηστων εγγράφων και η συλλογική διερεύνηση ενός θέματος να είναι περισσότερο συχνές στη μαθητική τους ζωή. Οι εκπαιδευτικοί παρατήρησαν πως αρκετά παιδιά συμμετείχαν ενεργά στην επικοινωνία και ανταποκρίθηκαν ικανοποιητικά στους κανόνες ενεργητικής ακρόασης, ενώ έδειξαν να είναι ανοικτοί στις απόψεις των συμμαθητών τους. Μερική δυσκολία προκάλεσαν το σχετικά μεγάλο πλήθος μαθητών ανά τάξη (20 – 30 άτομα), διακυμάνσεις στην πιστότητα του δικτύου αλλά και εν μέρει η πίεση του χρόνου χωρίς όμως, θεωρούμε, να περιορίσουν την ουσία της διδασκαλίας.

Με βάση τα παραπάνω, εκτιμούμε πως η ΔΤ, υπό προϋποθέσεις τεχνολογικές, παιδαγωγικές και διδακτικές, όντως ανοίγει πεδία δημιουργικών συνεργατικών διδασκαλιών, πόσω μάλλον σε ένα δύσκολο στόχο όπως η διδασκαλία της ΦΕΓ. Προτείνεται εξέλιξη στο σχεδιασμό, υλοποίηση περισσότερων και διαφορετικού αντικειμένου διδασκαλιών με όμοια στόχευση και τέλος αξιοποίηση υπηρεσιών του ΠΣΔ όπως το ‘click to meet’, το ‘grafis’ και οι ομάδες συζήτησης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Αναστασιάδης, Π. (2006). Περιβάλλοντα Μάθησης στο Διαδίκτυο και Εκπαίδευση από Απόσταση. Στο Λιοναράκης, Σ., (επιμ.), *Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση – Στοιχεία θεωρίας και πράξης*. Αθήνα: Προπομπός
- Αναστασιάδης, Π., (2007). Η Διδακτική Αξιοποίηση της Διαδραστικής Τηλεδιάσκεψης στο Σύγχρονο Σχολείο: Κοινωνικό - Επικοινωνιακή Προσέγγιση. *Πρακτικά 4ου Διεθνούς Συνεδρίου Ανοικτής & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης*, Αθήνα: Προπομπός. (Διαθέσιμο online στο: <http://www.edc.uoc.gr/~odysseas/webs/2003/PDFs/2.Theoritiko%20Plaisio.pdf>, προσπελάστηκε στις 19/6/2017)
- Αναστασιάδης, Π. (2008). Η Διαδραστική Τηλεδιάσκεψη στο Σύγχρονο Σχολείο: Πλαίσιο Διδακτικού Σχεδιασμού. *Πρακτικά 6ου Συνεδρίου Ε.Τ.Π.Ε.* (Διαθέσιμο online στο: <http://www.etpe.gr/custom/pdf/etpe1263.pdf>, προσπελάστηκε στις 20/6/2017)
- Καμαρινού, Δ. (1998). *Βιομαθητική μάθηση στο σχολείο*, Αθήνα: Γρηγόρης.
- Καραγιάννη, Ε., Σταυροπούλου, Σ., & Καρατράντου, Α. (2010). Η διδακτική αξιοποίηση της Τηλεδιάσκεψης στην Τεχνική Εκπαίδευση με το εργαλείο “Click to Meet”. *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας* (Διαθέσιμο online στο: <https://www.ekped.gr/praktika10/web/147.pdf>, προσπελάστηκε στις 20/6/2017).
- Κουλαϊδής, Β., Αποστόλου, Α., & Καμπουράκης, Κ. (επιμ.), *Η Φύση των Επιστημών: Διδακτικές Προσεγγίσεις* (pp. 39–59). Εκπαιδευτήρια Γείτονα. (Διαθέσιμο online στο: <http://www.geitonas.edu.gr/uploads/2/7/2/9/27298113/nosbook.pdf>, προσπελάστηκε στις 18/6/2017)
- Κωνσταντίνου, Κ., & Παπαδούρης, Ν. (2008). Επιστημολογική επάρκεια: μία θεμελιώδης συνιστώσα των μαθησιακών επιδιώξεων στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Κουλαϊδής, Β., Αποστόλου, Α., & Καμπουράκης, Κ. (επιμ.), *Η Φύση των Επιστημών: Διδακτικές Προσεγγίσεις* (pp. 39–59). Εκπαιδευτήρια Γείτονα. (Διαθέσιμο online στο: <http://www.geitonas.edu.gr/uploads/2/7/2/9/27298113/nosbook.pdf>, προσπελάστηκε στις 18/6/2017)

- Παπαδημητρίου, Σ., Λαμπροπούλου, Ν., & Καμπύλης, Π., (2007). Η Πολλαπλή Χρήση της Τηλεδιάσκεψης στην Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση των Ελλήνων Εκπαιδευτικών μέσα από το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο. *Πρακτικά 4ου Διεθνούς Συνεδρίου Ανοικτής και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης*. (Διαθέσιμο online στο: <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/openedu/article/view/770>, προσπελάστηκε στις 18/6/2017)
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2004), *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*, Αθήνα. Σολωμονίδου, Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Επικοινωνιακός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Φερτάκης, Β. (2016). Μελετώντας τη Φύση της Επιστημονικής Γνώσης στο Πλαίσιο Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας, Διπλωματική εργασία ΜΔΕ, ΤΕΕΑΠΗ, Πάτρα.
- Bates, A., W. (1995). *Technology: Open learning and distance education*. New York: Routledge. Στο Αναστασιάδης, Π. (2008). Η Διαδραστική Τηλεδιάσκεψη στο Σύγχρονο Σχολείο: Πλαίσιο Διδακτικού Σχεδιασμού. *Πρακτικά 6^{ου} Συνεδρίου Ε.Τ.Π.Ε.*
- Chalmers, A., F., (2001). Τι είναι αυτό που το λέμε επιστήμη; Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης
- Hearnshaw, D. (2000). Effective Desktop Videoconferencing with Minimal Network Demands. *British Journal of Educational Technology*, 3(31), 221-228
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Hsu, P., van Eijck, M., & Roth, W. (2010). Students' Representations of Scientific Practice during a Science Internship: Reflections from an activity - theoretic perspective. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1243–1266.
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall.
- McComas, W. F., & Kampourakis, K. (2015). Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to Illustrate General Aspects of Nature of Science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 47–76. Στο Φερτάκης, Β. (2016). Μελετώντας τη Φύση της Επιστημονικής Γνώσης στο Πλαίσιο Εργαστηριακών Ασκήσεων Βιολογίας, Διπλωματική εργασία, ΤΕΕΑΠΗ, Πάτρα.
- Schweizer, K., Paechter, M., & Weidenman, B. (2003). Blended learning as a strategy to improve collaborative task performance. *Journal of Educational Media*, 28, 211-224
- UNESCO thesaurus, online στο <http://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/en/>, προσπελάστηκε στις 10/6/2017.
- Whelan, R., (2008). Effective analysis of reaction time data. *The Psychological Record*, 2008, 58, 475–482.

Παράρτημα

1. Πρόχειρα φύλλα καταγραφής δεδομένων στο: <https://www.scribd.com/document/352464693/proxeira-filla-katagrafis-dedomenon>
2. Κοινόχρηστο υπολογιστικό φύλλο: <https://www.scribd.com/document/352465017/fillo-katagrafhs-dedomenon>
3. Φύλλο εργασίας: <https://www.scribd.com/document/352463890/fillo-ergasias>
4. Ερωτηματολόγιο: <https://www.scribd.com/document/352505387/erotimatologio-feg>