

# ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

## MAPPING THE IMPLEMENTATION OF INQUIRY BASED LEARNING IN A PROVINCIAL SCHOOL

Καλλιόπη Κατσαμποξάκη-Hodgetts

Τμήμα Χημείας

Πανεπιστήμιο Κρήτης

katsamproxaki@uoc.gr

Νικόλαος Χανιωτάκης

Τμήμα Χημείας

Πανεπιστήμιο Κρήτης

nchan@chemistry.uoc.gr

### Περίληψη

Με δεδομένο ότι η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης ευνοεί την αλλαγή των μαθησιακών και διδακτικών πρακτικών μέσα στην τάξη και ότι οι καθηγητές προκειμένου να επιτύχουν τα προσδοκώμενα κριτήρια αντιμετωπίζουν παραπάνω προκλήσεις σε σχέση με το 'παραδοσιακό' μάθημα, επιχειρούμε μία σύντομη περιγραφή της υλοποίησης της διερευνητικής μάθησης σε ένα απομακρυσμένο επαρχιακό σχολείο για δύο χρόνια. Σκοπός μας είναι να αναδείξουμε το πώς άλλαξαν οι αντιλήψεις των μαθητών που συμμετείχαν μέσα από τις δράσεις του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Chain Reaction 2013-2016 και να περιγράψουμε τις πρώτες προσπάθειες μαθητών και καθηγητών να προσεγγίσουν θέματα με διερευνητικό τρόπο. Μέσα από ποσοτικές και ποιοτικές μετρήσεις, ελπίζουμε να ριξουμε λίγο φως στη μεγάλη σημασία του να μην εφαρμόζεται η διερεύνηση μεμονωμένα και ως πυροτέχνημα αλλά να υπάρχει συνέπεια και συνέχεια στις πρακτικές της διερεύνησης καθώς με αυτό τον τρόπο οι αλλαγές στις αντιλήψεις των μαθητών είναι πιο ουσιαστικές.

### Λέξεις κλειδιά

*Διερεύνηση, Μικρές έρευνες στις φυσικές επιστήμες, Αντιλήψεις μαθητών.*

### Abstract

Although IBSE practices lend themselves to implementing change in classroom practice, teachers are expected to face difficulties in their attempt to meet expected standards. This paper provides a brief description of an IBSE approach implemented in an idiosyncratic context of a remote underprivileged Greek village, as well as insights on students' perceptions and teachers' unsuccessful initial attempts to engage them. Quantitative and qualitative methods were employed to identify student perceptions and shed some light onto how they view the world of science, the role of their teachers

and the impact of IBSE in their future career choices. We suggest that IBSE implementation should be consistent and continuous throughout secondary education as its impact on student perceptions of their own practices seems to be substantial.

### **Key words**

*IBSE, Inquiry, Underprivileged students, Science pathways.*

## **0. Εισαγωγή**

Τα τελευταία χρόνια επιχειρείται μια τάση αναδιάρθρωσης των παραδοσιακών δασκαλοκεντρικών προσεγγίσεων και των προγραμμάτων σπουδών για τις φυσικές επιστήμες (Atwater, 1994, NRC, 2012). Παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση των καθηγητών θετικών επιστημών, των εκπαιδευτών και των φορέων χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής να ενθαρρύνουν διδακτικές προσεγγίσεις που εμπλέκουν τους μαθητές σε ουσιαστικές και ρεαλιστικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες. Σε αυτές οι μαθητές αναλαμβάνουν ενεργά το ρόλο ενός επιστήμονα αποκτώντας εμπειρία από πρώτο χέρι για το τι συνιστά επιστημονική έρευνα (NRC, 2012, Tal et al., 2000). Μέσα από υλικά και πρακτικές της καθημερινής ζωής, οι διερευνητικές προσεγγίσεις διευκολύνουν την βιωματική μάθηση, ωστόσο η διερευνητική μάθηση συχνά αδυνατεί να οδηγήσει σε αντίστοιχη ενσωμάτωση υλικού και να ενταχθεί στο παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών λόγω των περιορισμένων δεδομένων που τεκμηριώνουν την ευεργετική της δράση στην τάξη (Atwater, 1994, NRC, 2012, Saltiel, 2005) καθώς και των αρχικών ενδοιασμών του εκπαιδευτικού προσωπικού.

Σε αυτή την αναφορά επιχειρούμε να κάνουμε μία μικρή παρουσίαση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων σε σχέση με την εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης σε ένα απομακρυσμένο επαρχιακό ελληνικό γυμνάσιο και λύκειο και να εξετάσουμε το πώς άλλαξαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τις φυσικές επιστήμες καθώς και ο ρόλος των καθηγητών τους μέσα σε δύο έτη εφαρμογής της προσέγγισης αυτής.

## **1. Θεωρητικό πλαίσιο**

Η διερεύνηση είτε ανοικτή είτε κατευθυνόμενη (Sadeh & Zion, 2012) είναι αποτελεσματική μόνο αν οι μαθητές ενθαρρύνονται στο να κάνουν ερωτήσεις και υποθέσεις, να διεξάγουν τα δικά τους πειράματα, να βγάζουν τα δικά τους επιστημονικά συμπεράσματα και να παρουσιάζουν τα ευρήματά τους. Με την προϋπόθεση ότι η προσέγγιση είναι μαθητοκεντρική και με “επίκεντρο πάντα τις ανάγκες του μαθητή ώστε [ο μαθητής] να μπορέσει να παίρνει πρωτοβουλίες, να προτείνει μετά από έρευνα και σκέψη εναλλακτικές δράσεις και κατευθύνσεις τις οποίες θα

ακολουθεί” (Hutchings, 2007), οι μαθητές αποκτούν εμπειρίες μέσα σε ένα ευρύ πλαίσιο πνευματικών και κοινωνικών προκλήσεων και δεξιοτήτων. Αυτό το πλαίσιο περιλαμβάνει την κριτική σκέψη, την ανασκόπηση, την αυτο-κριτική, τη συνεργασία σε ομάδα, την ανεξάρτητη βούληση και σκέψη και τον επιστημονικό γραμματισμό.

Το πρόγραμμα σπουδών της επιστήμης οφείλει να έχει δύο κύριους άξονες: ο ένας επί της διαδικασίας και ο άλλος επί του περιεχομένου, εφόσον θα πρέπει να αντιλαμβανόμαστε την επιστημονική μέθοδο όχι μόνο ως ‘περιεχόμενο επιστημονικού πεδίου’ αλλά και διαδικασία (Capps & Crawford, 2013) κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν “ποικίλους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες μελετούν τον φυσικό κόσμο, προτού προτείνουν εξηγήσεις ή λύσεις που βασίζονται σε μετρήσιμα δεδομένα ή αποδεικτικά στοιχεία” (Tseng et al., 2013). Η διερεύνηση είναι πλέον αντιληπτή ως μια παιδαγωγική προσέγγιση που έχει ως στόχο να αναπτύξει τις ερευνητικές δεξιότητες ενός μαθητή μετατοπίζοντας το επίκεντρο της επιστημονικής εκπαίδευσης από την από μνήμης εκμάθηση στη βιωματική κατανόηση των επιστημονικών γνώσεων. Ως εκ τούτου, η μάθηση δεν αντιμετωπίζεται ως μια αμφίδρομη λειτουργία ούτε ως μέσο για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου στόχου, αλλά από την άποψη της ‘επικείμενης ανάπτυξης’ των μαθητών (Vygotsky, 1978) που εξελίσσονται μέσα από τη συμμετοχή, την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία, την ανταλλαγή γνώσεων και προβληματισμού. Στο ίδιο πνεύμα, οι ερευνητικές πρακτικές διδασκαλίας βασίζονται στην αμφισβήτηση της ιδέας ότι τα επιστημονικά ευρήματα είναι ισχυρά και αμετάκλητα. Αντιθέτως, μέσα από αυτή την διαδικασία, οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι η επιστημονική γνώση αλλάζει και αναθεωρείται συνεχώς εφόσον αλλάζουν και επικαιροποιούνται τα επιστημονικά ευρήματα.

Οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν απαραίτητο ρόλο στη διευκόλυνση και τη θέσπιση διερευνητικών πρακτικών ως μαθησιακό εργαλείο (Crawford, 2000, Jeanpierre et al., 2005, Keys & Bryan, 2007, Tseng et al., 2013). Ο ρόλος τους συχνά υπερβαίνει εκείνον της απλής διευκόλυνσης μιας βιωματικής εμπειρίας και συχνά ενσωματώνει την ενίσχυση κινήτρων, την τεχνική καθοδήγηση, την καινοτομία πειραματισμού, την έρευνα και τη συνεργασία (Crawford, 2000). Στην πραγματικότητα, η προηγούμενη πειραματική και ερευνητική ‘πειθαρχία’ των εκπαιδευτικών (Breslyn & McGinnis, 2012) καθώς και οι πεποιθήσεις και οι αντιλήψεις τους για την φύση της επιστήμης, την έρευνα και τη διερεύνηση μπορεί να καθορίσουν την επιτυχία ή την αποτυχία της μάθησης μιας επιστήμης (Capps & Crawford, 2013).

Ένας άλλος βασικός προσδιοριστικός παράγοντας των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την εκμάθηση της επιστήμης και το έργο των επιστημόνων μπορεί να είναι ο τρόπος διδασκαλίας (Linn et al., 2004). Οι εκπαιδευτικοί που ακολουθούν μία πιο κονστрукτιβιστική προσέγγιση, προσανατολισμένη στη έρευνα, ενθαρρύνουν τους μαθητές να κάνουν ‘επιστήμη’ παρόμοια με αυτή που πραγματικά διεξάγουν οι επιστήμονες στις εργασίες τους (Breslyn & McGinnis, 2012 Crawford, 2000, NRC,

2012). Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι είναι πιο επεξηγηματικοί και τείνουν να καθοδηγούν μέσα από τις διδακτικές τους προσεγγίσεις, παρωθούν τους μαθητές να ασχολούνται με την θεωρία της επιστήμης βιβλιογραφικά και δημιουργούν τις συνθήκες για μια μάθηση που είναι λιγότερο πραγματική σε σχέση με την πειραματική 'δι-εργασία' των επιστημόνων. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί, ότι ο τρόπος διδασκαλίας που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί συχνά προκύπτει από τις προσωπικές πεποιθήσεις τους για την επιστημονική μέθοδο και πρακτική, καθώς και την αποτελεσματικότητα των ιδίων για τη διδασκαλία της. Επομένως, ο τρόπος διδασκαλίας σε συνδυασμό με την ενθάρρυνση των μαθητών να συνεχίσουν την επιστήμη ως επάγγελμα (Linn et al., 2004) μπορεί να έχει ένα θετικό αποτέλεσμα.

Ωστόσο, εκτεταμένη έρευνα δείχνει ότι οι περισσότεροι μαθητές τείνουν να 'απενεργοποιούνται' γύρω από την επιστήμη στο τέλος του γυμνασίου και ως εκ τούτου λιγότερα άτομα ακολουθούν επιστημονική σταδιοδρομία. Από την άλλη οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που συμμετέχουν σε διαδικασίες που βασίζονται στην διερεύνηση φαίνεται να κάνουν μια σημαντική στροφή στην κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας, να ενεργοποιούνται μέσα από εσωτερικά και εξωτερικά κίνητρα, να προσδιορίζουν ορθά τη σημασία της συστηματικής ενασχόλησης με πειραματικές μεταβλητές και τη συμβολή της ομαδικής εργασίας και να είναι πρόθυμοι να κάνουν λάθη (Kazempour et al., 2012). Επιπλέον η διερεύνηση έχει αναφερθεί ότι έχει αντίκτυπο ακόμη και σε μαθητές χωρίς εσωτερικά κίνητρα. Όσον αφορά το κίνητρο και το ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες, προηγούμενες μελέτες στις ΗΠΑ έδειξαν ότι όσο περισσότερο οι μαθητές παρακολουθούσαν παραδοσιακά μαθήματα φυσικών επιστημών, τόσο λιγότερο τους άρεσαν (Tal et al., 2000). Ωστόσο, είναι αντιληπτό ότι και οι δύο μέθοδοι διδασκαλίας μπορεί να γίνουν αιτία για τη μείωση του επιστημονικού ενδιαφέροντος στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

## 2. Περίγραμμα μελέτης

Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών και η ανάληψη του ρόλου του επιστήμονα ήταν ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης και ο κύριος στόχος του Ευρωπαϊκού Προγράμματος 'Αλυσιδωτή Αντίδραση' (Chain Reaction, <http://www.chreact.eu>). Οι μαθητές κλήθηκαν να λύσουν ένα πραγματικό κοινωνικό πρόβλημα μέσω της επιστήμης και να επινοήσουν μια λύση, ένα σχέδιο ή ένα προϊόν που θα είναι προς όφελος όλων. Η ανάπτυξη και βελτίωση του επιστημονικού γραμματισμού των μαθητών ήταν ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του προγράμματος: οι μαθητές έπρεπε να μάθουν πώς να βρουν αξιόπιστες πηγές στο διαδίκτυο, να αποφεύγουν τη λογοκλοπή, να χρησιμοποιούν τις πηγές και να κάνουν αναφορές κατάλληλα, να καταχωρούν τα στοιχεία τακτικά, να χειρίζονται εξαρτημένες και ανεξάρτητες μεταβλητές αποτελεσματικά, να σχεδιάζουν γραφήματα και διαγράμματα, να προετοιμάσουν και να υλοποιήσουν μια επιστημονική παρουσίαση σε ένα

τοπικό συνέδριο και να φτιάξουν μαζί μια επιστημονική αφίσα (poster) όπου θα συνοψίζουν τη μέθοδο και τα ευρήματα τους.

Το σχολείο στο οποίο πραγματοποιήθηκε η μελέτη είχε ιδιαίτερες συνθήκες μάθησης καθώς οι μαθητές προέρχονταν από χωριά της ορεινής περιοχής της Κρήτης με υψηλό δείκτη αναλφαβητισμού. Οι μαθητές λόγω της έλλειψης τακτικής συγκοινωνίας του χωριού που κατοικούσαν και την περιοχή που βρισκόταν το σχολείο έπρεπε να έχουν ολοκληρώσει τυχόν πειράματα κατά τις ώρες λειτουργίας του σχολείου καθώς λίγοι μαθητές είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο έτσι ώστε η επικοινωνία να γίνεται εξ' αποστάσεως.

Κατά το πρώτο έτος υλοποίησης του προγράμματος, οι μαθητές εργάστηκαν στο θέμα *'Τροφή για τον κόσμο'*, σχετικό με την καλλιέργεια φυτών, τον κύκλο του αζώτου, και τη χρήση λιπασμάτων. Το δεύτερο έτος εργάστηκαν στο θέμα, *'Πράσινη Θέρμανση'*, όπου σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργία ηλιακού θερμοσίφωνα και η κατανόηση των τύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της απορρόφησης της θερμότητας ανάλογα με το χρώμα και το είδος κάθε επιφάνειας.

Οι μαθητές υλοποίησαν τα παραπάνω με διαφορετικούς επιβλέποντες καθηγητές, οι οποίοι όμως είχαν την ίδια εκπαίδευση σχετικά με τη διερευνητική προσέγγιση που κλήθηκαν να ακολουθήσουν. Κατά την εκπαίδευση δόθηκε έμφαση στην ανάγκη προσέγγισης θεμάτων επιστημονικού γραμματισμού, την κατανόηση ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών, το σχεδιασμό γραφημάτων, την ακρίβεια των μονάδων μέτρησης, την κατασκευή επιστημονικού poster και τον τρόπο δόμησης και παρουσίασης προφορικής επιστημονικής ανακοίνωσης μέσα από ομαδοσυνεργατικές και συμμετοχικές δράσεις. Κατά τη διάρκεια της έναρξης του προγράμματος ζητήθηκε από τους εκπαιδευτικούς να μην καθοδηγούν αλλά να συντονίζουν την έρευνα των μαθητών, επιτρέποντάς τους να αυτενεργούν και να κάνουν λάθη. Επίσης, σημαντικό μέρος της διαδικασίας ήταν το ότι οι εκπαιδευτικοί καλούνταν να απαντούν στις ερωτήσεις των μαθητών με άλλες ερωτήσεις που τους κατηύθυναν σε περαιτέρω έρευνα ή άλλες πηγές και πρακτικές.

### 3. Συλλογή Δεδομένων

Είκοσι μαθητές συμμετείχαν στο πρόγραμμα το 2014 και είκοσι το 2015, ηλικίας 15 και 16 ετών, αντίστοιχα. Στο τέλος του πρώτου και του δεύτερου έτους, οι μαθητές και οι καθηγητές τους ερωτήθηκαν και συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο (Katsamproxaki-Hodgetts et al., 2015) που είχε ως στόχο να αναλύσει την αντίληψη των μαθητών για τη φύση της επιστήμης, το ρόλο του εκπαιδευτικού καθώς και των επιπτώσεων των δράσεων των μαθητών στις μελλοντικές επιλογές σταδιοδρομίας τους. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν μικτές μέθοδοι με τις οποίες συλλέχθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα προκειμένου να παρέχουμε μια ολοκληρωμένη ανάλυση της ερώτησης υπό διερεύνηση. Και οι δύο μορφές δεδομένων

συλλέχθηκαν συγχρόνως και στη συνέχεια ενσωματώθηκαν στην ερμηνεία των συνολικών αποτελεσμάτων.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ήταν οι εξής:

1. Θέλετε να γίνετε επιστήμονας;
2. Τι σας αρέσει περισσότερο κατά τη διάρκεια της έρευνάς σας;
3. Συμμετείχατε στις συζητήσεις στην τάξη;
4. Πόσο δύσκολο ήταν να παραδεχτείτε το λάθος ή όταν μαθαίνατε ότι κάνατε λάθος;
5. Εξηγήσατε γραφήματα, διαγράμματα και τα ευρήματα σας στην τάξη;
6. Παρείχατε αποδείξεις για τους ισχυρισμούς και τα συμπεράσματα που βγάζατε;
7. Ο δάσκαλός σας έδειξε προσωπικό ενδιαφέρον στο να σας βοηθήσει με την έρευνά σας ;
8. Ο δάσκαλός σας βοήθησε κάθε φορά που δυσκολευόσασταν;
9. Ο δάσκαλός σας έλεγχε την πρόοδο της έρευνάς σας;
10. Οι ερωτήσεις του δασκάλου σας βοήθησαν να αποκτήσετε καλύτερη κατανόηση για αυτό που ερευνούσατε;

#### 4. Αποτελέσματα

Μετά το ερωτηματολόγιο ζητήθηκε από δύο μαθητές να εξηγήσουν με δικά τους λόγια γιατί επέλεξαν την κάθε απάντηση.

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των καθηγητών κατά τη διάρκεια συνεντεύξεων και συμπλήρωσης ερωτηματολογίου τύπου ανοικτών ερωτήσεων, παρατηρήθηκε ότι οι καθηγητές του δευτέρου έτους δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σχετικά με τη διερευνητική μέθοδο ενώ οι μαθητές που συμμετείχαν είχαν ήδη εμπειρία επί της διαδικασίας από τον προηγούμενο χρόνο.

Παρά την απειρία των εκπαιδευτικών ήταν εντυπωσιακό το μεγάλο χάσμα μεταξύ των μαθητών των αρχικών και τελικών προτάσεων τους για τα υλικά, τις μεταβλητές, τις μεθόδους και τα μέσα διερεύνησης μέσα στην ίδια χρονιά. Για παράδειγμα, όσον αφορά τα υλικά που θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την 'Πράσινη Θέρμανση', οι μαθητές πρότειναν μέχρι και άμμο, πλαστελίνη, ένα ξύλινο κιβώτιο ή ένα μπαλόνι. Όσον αφορά το μέσο μέτρησης πρότειναν θερμομέτρα, αλλά χωρίς να γνωρίζουν ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούν το ίδιο όργανο για όλες τις μετρήσεις για να συνάδει η μέτρηση με τις αρχές της συνέπειας, ακρίβειας και αξιοπιστίας.

Οι απαντήσεις των μαθητών στην πρώτη ερώτηση υποδεικνύουν φανερά ότι κατά το δεύτερο έτος της εφαρμογής της διερεύνησης οι μαθητές απέκτησαν περισσότερο

σαφείς απόψεις σχετικά με την επιλογή τους για το μέλλον της σταδιοδρομίας τους. Ενώ κατά το πρώτο έτος οι μαθητές δεν ήταν σίγουροι για το αν θα πρέπει να ακολουθήσουν μια επιστημονική σταδιοδρομία (44%), το επόμενο έτος υπήρξε μια σημαντική αύξηση των προτιμήσεων των μαθητών να ακολουθήσουν την επιστημονική σταδιοδρομία (35% έναντι 19%), ενώ οι αρνητικές απαντήσεις παρέμειναν στο ίδιο επίπεδο με αυτό του προηγούμενου έτους. Στις συνεντεύξεις οι μαθητές τόνισαν ότι μόνο αναλαμβάνοντας το ρόλο του επιστήμονα θα μπορούσαν να επιλέξουν ένα τέτοιο επάγγελμα.

Όταν μετά από ένα χρόνο πιλοτικής διερευνητικής μάθησης ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν τι τους άρεσε περισσότερο κατά τη διάρκεια του προγράμματος, φάνηκε να προτιμούν να εργάζονται σε ομάδες (60%), γεγονός που δε φαίνεται να διαφέρει από τις τάσεις ως προς τα πρότζεκτ, ενώ κατά το δεύτερο έτος οι μαθητές διαχωρίστηκαν μεταξύ αυτών που τους άρεσε να εργάζονται σε ομάδες (35%) και εκείνων που προτιμούσαν την παρουσίαση των ευρημάτων τους στην ολομέλεια της τάξης (30%). Πιο συγκεκριμένα, μέρος της τυπικής διαδικασίας στην τάξη κατά τη διάρκεια του έργου ήταν ότι οι μαθητές συζητούσαν σε ομάδες ακολουθώντας παράλληλα αλλά σχετικά διαφορετικά μονοπάτια από τις υπόλοιπες ομάδες. Στη συνέχεια η ολομέλεια συντονιζόταν από τους εκπαιδευτικούς, ώστε να διευκρινιστούν ζητήματα που δημιουργούσαν σύγχυση, να δοθούν τακτικές ενημερώσεις και ανατροφοδότηση σχετικά με την αντίστοιχη έρευνα και να σχεδιαστεί η πορεία της μελλοντικής δράσης τους. Είναι και πάλι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε ότι το ποσοστό των μαθητών που συμμετείχαν σε συζητήσεις σχεδόν διπλασιάστηκε μετά το δεύτερο έτος εφαρμογής της διερεύνησης (Ερώτηση 3: 80%).

Επιπλέον άρχισε να μεταβάλλεται η στάση των μαθητών απέναντι στο λάθος καθώς παρατηρούμε μια σαφή μετατόπιση του ποσοστού των μαθητών που βεβαιώνουν ότι δεν ήταν δύσκολο να παραδεχτούν το σφάλμα όταν το ανακάλυπταν από το 72% στο 90% μεταξύ των δύο ετών (Ερώτηση 4). Όταν ερωτήθηκαν οι μαθητές, τόνισαν τη σημασία που είχαν γι' αυτούς οι καθοδηγητικές και επεξηγηματικές ερωτήσεις των καθηγητών τους. Παράλληλα, σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ετών σημειώθηκε στην έμφαση των εκπαιδευτικών στη γνώση και την πρακτική χρήση των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών, τη δημιουργία γραφημάτων και πινάκων γραφής και παρουσίασης των ευρημάτων τους. Στην πραγματικότητα, το 74% των μαθητών το 2015 (κατά αντιστοιχία το 16% μόνο το 2014) παρατήρησε μία αυξητική τάση στη χρήση γραφημάτων και πινάκων κατά τη διάρκεια της παρουσίασης των ευρημάτων. Μια παρόμοια ενίσχυση της τάσης των μαθητών να χρησιμοποιούν τις δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού μετά τη συμμετοχή τους στα εργαστήρια φυσικών επιστημών έχει επίσης τεκμηριωθεί στη βιβλιογραφία (Gormally et al., 2009).

Όλα τα παραπάνω μπορεί να είναι ενδεικτικά όχι μόνο της αλλαγής στάσης εκ μέρους των μαθητών αλλά και απόδειξη της αυτονομίας των μαθητών και της

αύξησης της συμμετοχής τους λόγω της εξοικείωσης τους με αυτή την προσέγγιση. Οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών την πρώτη φορά που συμμετείχαν σε μία τόσο διαφορετική διδακτική προσέγγιση ίσως να ήταν λιγότερο θετικές αρχικά, καθώς μπορεί να μην είχαν συνηθίσει να παράγουν έργο παρά μόνο με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Στην πραγματικότητα, η διερευνητική προσέγγιση είναι πιο χρονοβόρα και οι μαθητές έχουν την τάση να προτιμούν την απομνημόνευση και να αντιπαθούν την επιπλέον εργασία που απαιτείται για να επεξεργαστούν και να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα μέσα από τη δική τους αυτενέργεια (Gormally et al., 2009). Υπό το πρίσμα αυτό οι απαντήσεις των μαθητών σε αυτή τη μελέτη σχετικά με τη συμβολή και το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών φαίνονται μάλλον αρνητικές με την πρώτη ματιά, καθώς μόνο το 63% από αυτούς δηλώνουν ότι οι δάσκαλοί τους έδειξαν προσωπικό ενδιαφέρον να βοηθήσουν, ενώ το 16% από αυτούς εξέλαβαν τη συμβολή και το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών ως μάλλον αμελητέα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η παρέμβαση των εκπαιδευτικών αναμενόταν να είναι ελάχιστη και ήταν απαραίτητη μόνο εφόσον όφειλαν να διορθώσουν παρανοήσεις μαθητών ή όταν παρατηρούνταν γνωστικά εμπόδια. Παράλληλα, οι εκπαιδευτικοί στην προσπάθειά τους να συντονίσουν έπρεπε να ελέγξουν την πρόοδο των μαθητών τους καθ' όλη τη διαδικασία της έρευνας, γεγονός που τεκμηριώνεται από το 53% των μαθητών.

Ωστόσο, ο συντονισμός και η ανατροφοδότηση ήταν αναπόσπαστο μέρος της διδακτικής πρακτικής και λάμβανε χώρα με τη μορφή ερωτήσεων που οδηγούσε τους μαθητές σε περαιτέρω έρευνα. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις, φαίνεται ότι αυτή η έλλειψη ανατροφοδότησης τύπου σωστό/λάθος και η όχι όπως συνηθίζεται άμεση διόρθωση σφαλμάτων μπορεί να ευθύνεται για τη θολή αντίληψη των μαθητών σχετικά με τη συμβολή των εκπαιδευτικών τους. Το γεγονός ότι δόθηκε η ευκαιρία να λύσουν οι μαθητές επιστημονικά εμπόδια μόνοι τους επιβεβαιώνεται όταν ρωτήθηκαν εάν οι δάσκαλοι τους βοήθησαν αν σκόνταφταν πάνω σε κάτι: ένα συγκλονιστικό 47 % των μαθητών δεν ήταν σίγουροι, ενώ το 11% είπε όχι. Παρά το γεγονός αυτό, αποτελεί σαφή ένδειξη ότι το δεύτερο έτος εφαρμογής της διερεύνησης, οι καθηγητές ακολούθησαν τις κατευθυντήριες γραμμές που τους δόθηκαν με το 94% των μαθητών να αναφέρουν ότι οι ερωτήσεις των καθηγητών τους, τους βοήθησαν να αποκτήσουν μια καλύτερη κατανόηση των θετικών επιστημών. Επίσης το 84% από αυτούς δήλωσαν ότι οι καθηγητές τους τους ζητούσαν συνεχώς να προσκομίσουν αποδεικτικά στοιχεία για οποιοσδήποτε ισχυρισμούς.

## 5. Συμπεράσματα

**Η** παραπάνω έρευνα πραγματοποιήθηκε με μικρό δείγμα μαθητών σε ένα επαρχιακό σχολείο της Κρήτης και είναι σαφώς δύσκολο να βγάλουμε γενικά συμπεράσματα. Παρ' όλα αυτά, φάνηκε ότι η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας όπου



τα πειράματα ακολουθούν πρωτόκολλα τύπου 'συνταγής μαγειρικής' δεν είναι πλέον η μοναδική ή απαραίτητα η ενδεδειγμένη λύση. Ήταν επίσης φανερό ότι όταν η επιστήμη δε διδάσκεται μόνο ως γνωστικό αντικείμενο αλλά παράλληλα βιώνεται από τους μαθητές ως ενεργή διαδικασία, συμβάλλει αποτελεσματικά στον επιστημονικό γραμματισμό τους και στην αλλαγή των αντιλήψεών τους σχετικά με την επιστημονική τους σταδιοδρομία. Γι' αυτό, η εισαγωγή πρακτικών διερεύνησης σε όλες τις βαθμίδες και αντικείμενα ίσως βοηθήσει και ενθαρρύνει τους μαθητές να μάθουν να ερευνούν, να κρίνουν και να παράγουν έργο αυτενεργώντας.

## Ευχαριστίες

**Θ**α θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους καθηγητές κ. Ιωάννη Νικολάου και Στυλιανό Σταυγιαννουδάκη που με τη συμμετοχή τους και την συμβολή τους βοήθησαν στο να γίνει αξιολόγηση και ανασκόπηση της υλοποίησης του προγράμματος. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ. Μαρία Φουσκάκη που συντόνισε το μεγαλύτερο κομμάτι του έργου και τις καθηγήτριες κ. Δήμητρα Λάμπου και κ. Νεκταρία Αρχοντάκη που συμμετείχαν στο πρόγραμμα κατά το πρώτο έτος.

"The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme fp7/2007-2013 under grant agreement No [321278]." <http://www.chreact.eu>

## Βιβλιογραφία

- Atwater, M.M. (1994) Research on cultural diversity in the classroom. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, (pp. 558 -576). New York: Macmillan.
- Breslyn, W. & McGinnis, J. R. (2012) A comparison of exemplary biology, chemistry, earth science, and physics teachers' conceptions and enactment of inquiry. *Science Education*, 96(1), 48-77.
- Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013) Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- Crawford, B. A. (2000) Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of research in science teaching*, 37(9), 916-937.
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B. & Armstrong, N. (2009) Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International journal*

*for the scholarship of teaching and learning*, 3(2), 16.

- Hutchings, W. (2007) *Enquiry-based learning: Definitions and rationale*. Manchester: Centre for Excellence in Enquiry-Based Learning, University of Manchester. Retrieved from [http://www.ceeb.l.manchester.ac.uk/resources/papers/hutchings\\_2007\\_definingebl.pdf](http://www.ceeb.l.manchester.ac.uk/resources/papers/hutchings_2007_definingebl.pdf).
- Jeanpierre, B., Oberhauser, K. & Freeman, C. (2005) Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of research in science teaching*, 42(6), 668-690.
- Katsampoxaki-Hodgetts, K., Fouskaki, M., Siakavara, K., Moschochoritou, R. & Chaniotakis, N. (2015) Student and Teacher Perceptions of Inquiry Based Science Education in Secondary Education in Greece. *American Journal of Educational Research*, 3(8), 968-976.
- Kazempour, M., Amirshokoohi, A. & Harwood, W. (2012) Exploring students' perceptions of science and inquiry in a reform-based undergraduate biology course. *Journal of College Science Teaching*, 42(2), 38.
- Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001) Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of research in science teaching*, 38(6), 631-645.
- Linn, M. C., Davis, E. A. & Bell, P. (2004) *Internet environments for science education*, Mahwah, NJ: Erlbaum
- National Research Council. (2012) *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Sadeh, I. & Zion, M. (2012) Which type of inquiry project do high school biology students prefer: Open or guided?. *Research in Science Education*, 42(5), 831-848.
- Saltiel, E (2005) *Inquiry-Based Science Education: Applying it in the Classroom*. Retrieved from <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pollen/guia.pdf>
- Tal, T., Geier, R. & Krajcik, J. (2000) Urban students' beliefs about science in an inquiry-based classroom. Paper presented in the *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, LA.
- Tseng, C. H., Tuan, H. L. & Chin, C. C. (2013) How to help teachers develop inquiry teaching: Perspectives from experienced science teachers. *Research in Science Education*, 43(2), 809-825.
- Vygotsky, L. S. (1978) In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman. *Mind in society: The development of higher psychological processes*.