



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ:
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
που εκπονήθηκε για τη χορήγηση
Διπλώματος Μεταπτυχιακών σπουδών
από την
Αργυρώ Γεροβασίλη
A.M. 4282020006

**ΘΕΜΑ: «Διεπιστημονικές διδακτικές προσεγγίσεις της θερμοκρασίας στο
πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη.»**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γεώργιος Κρητικός	ΕΔΙΠ	Παν. Αιγαίου	Επιβλέπων
Φραγκίσκος Καλαβάσης	Καθηγητής	Παν. Αιγαίου	Μέλος
Ανδρέας Μούτσιος-Ρέντζος	Επικ. Καθηγητής	ΕΚΠΑ	Μέλος

ΡΟΛΟΣ 2022

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου, κύριο Γεώργιο Κρητικό, μέλος ΕΔΙΠ του Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ, του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για την υπερπολύτιμη βοήθειά του, τις ακριβείς υποδείξεις του, το χρόνο που αφιέρωσε στην παρούσα διπλωματική, τις ιδέες του και το μεθοδικό τρόπο σκέψης του, που μοιράστηκε μαζί μου γενναιόδωρα.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή του Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ κύριο Φραγκίσκο Καλαβάση, που απ' την πρώτη στιγμή σε αυτό το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα αποτέλεσε για όλους μας πρότυπο, για την ηρεμία και την πραότητα του.

Ευχαριστώ πολύ τον κύριο Ανδρέα Μούτσιο-Ρέντζο, Επίκουρο Καθηγητή, ΠΤΔΕ στο ΕΚΠΑ για τις τόσο εύστοχες παρατηρήσεις του, καθ' όλη τη διάρκεια του ενάμιση αυτού έτους.

Αργυρώ Γεροβασίλη
Ρόδος, 2022

Πίνακας περιεχομένων

Λίστα Εικόνων	2
Λίστα Γραφημάτων	2
Λίστα Πινάκων	2
Περίληψη	3
Abstract	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	7
Διεπιστημονικότητα	7
Ανακαλυπτική μάθηση	10
Εννοιολογική Αλλαγή	13
Κλιματική αλλαγή	15
Κλιματική αλλαγή και θερμοκρασία	16
Κλιματική αλλαγή και ανθρώπινη ψυχολογία.....	18
Κλιματική αλλαγή και πόλεμος.....	20
Επιστήμη του Πολίτη	20
Επιστήμη του πολίτη με ερευνητές μαθητές.....	22
Στάσεις – Περιβαλλοντική Στάση – Οικολογική Συμπεριφορά.....	30
ΕΡΕΥΝΑ.....	32
Σκοπός	32
Ερευνητικά Ερωτήματα.....	32
Δείγμα.....	33
Μέθοδος.....	34
Αποτελέσματα.....	36
Η Θερμοκρασία μέσα απ' τα σχολικά εγχειρίδια	39
Αντιλήψεις μαθητών	45
Όργανα και μονάδες μέτρησης της Θερμοκρασίας	49
Κατάλληλες συνθήκες για αξιόπιστες μετρήσεις	52
Συλλογή δεδομένων	54
Απόψεις μαθητών για την κλιματική αλλαγή.....	59
Τρόποι αντιμετώπισης.....	64
Επιστήμη του Πολίτη	69
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	71
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	84
Μετρήσεις	84
Ερωτηματολόγιο Ι.....	86
Ερωτηματολόγιο ΙΙ.....	90

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1. Διακύμανση της μέσης Θερμοκρασίας της γης. Πηγή: Average temperature anomaly, Global (ourworldindata.org).....	17
Εικόνα 2. Ελληνικός και ξένος τύπος για την Κλιματική αλλαγή (2021).....	19
Εικόνα 3. Χαρτογραφώντας το πεδίο μάθησης στην Επιστήμη του Πολίτη σε 6 περιοχές από το The Science of Citizen Science (Vohland κ.ά., 2021, σελ. 286).....	24
Εικόνα 4. Grass Gazers: χρήση της CS ως εργαλείο στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στα πλαίσια της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. (Van Haefen, S., Milic, A., Addison-Smith, B, Butcher, C., & Davies, JM. (2021). Σελ.3491).....	25
Εικόνα 5. Σακίδιο πλάτης - Αισθητήρας ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	25
Εικόνα 6. Παγκόσμια άποψη της εμπειρίας του έργου Basaula: (1) Προγραμματισμός, (2) εργασία στην τάξη, (3) εργαλεία διδασκαλίας/ εκμάθησης για την αξιολόγηση, (4) Φιγούρα που δημιουργήθηκε με το BioRender.com.	26
Εικόνα 7. Φάσεις και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου PVC.....	27
Εικόνα 8. Το μοντέλο που προτείνει η έρευνα BigO για την πρόληψη της παιδικής παχυσαρκίας (εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής 2018).....	28
Εικόνα 9. Μάθημα "Φυσικά" Ε' Δημοτικού (ebooks.edu.gr).....	40
Εικόνα 10. Μάθημα "Φυσικά" ΣΤ' Δημοτικού (ebooks.edu.gr).....	41
Εικόνα 11. Βιβλίο Φυσικής Α' Γυμνασίου (ebooks.edu.gr).....	41
Εικόνα 12. Οι μεταβολές των φυσικών καταστάσεων των υλικών από το βιβλίο της Χημείας Β' Γυμνασίου (ebooks.edu.gr).....	44
Εικόνα 13. Δραστηριότητες από βιβλίο Μαθηματικών Β' Γυμνασίου (ebooks.edu.gr).....	44
Εικόνα 14. Μικροπείραμα από βιβλίο Μαθηματικών Β' Γυμνασίου (ebooks.edu.gr).....	45
Εικόνα 15. Άλγεβρα Α' Λυκείου (ebooks.edu.gr).....	45
Εικόνα 17. Το θερμόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις.....	49

Λίστα Γραφημάτων

Γράφημα 1. Ραβδόγραμμα συχνοτήτων «Από ποιο μάθημα ή μαθήματα άντλησαν τις πληροφορίες τους».....	51
Γράφημα 2. Εσείς ποια συμπεριφορά σας θα αλλάζατε, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;.....	67
Γράφημα 3. Τι θα προτείνατε να αλλάξει στο σπίτι σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;.....	68

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Κατανομή μαθητών ανά φύλο και προσανατολισμό.....	37
Πίνακας 2. Σε ποιο μάθημα και σε ποια τάξη γίνεται εισαγωγή της έννοιας της θερμοκρασίας, κατά τη γνώμη των μαθητών/τριών.....	39
Πίνακας 3. Απαντήσεις των μαθητών/τριων για μονάδα μέτρησης της Θερμοκρασίας.....	50
Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός θερμοκρασίας ανά ομάδα.....	58
Πίνακας 5. Κλιματικά δεδομένα για την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου για την περίοδο 1955-2010 Πηγή: EMY 59	

Περίληψη

Με αφορμή τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών πάνω στην έννοια της θερμοκρασίας, στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια διεπιστημονική προσέγγιση της έννοιας μέσω ενός έργου της Επιστήμης του Πολίτη, ενώ ταυτόχρονα συνδέεται με το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και την υπερθέρμανση του Πλανήτη. Από πολύ μικρή ηλικία τα παιδιά, είτε από το οικογενειακό τους περιβάλλον, είτε από το σχολείο, αποκτούν κάποιες αντιλήψεις για την έννοια της θερμοκρασίας, που κάποιες φορές χρειάζεται να τροποποιηθούν ή να συμπληρωθούν. Μέσω μιας διδακτικής παρέμβασης σε ένα τμήμα 18 παιδιών της δεύτερης τάξης ενός Γενικού Λυκείου σε ένα νησί, στην Ελλάδα, καταβάλλεται μια προσπάθεια για εννοιολογική αλλαγή αυτών των αντιλήψεων, χωρίς να έχουμε σε όλες τις περιπτώσεις επιτυχή αποτελέσματα. Τα παιδιά κάνουν μετρήσεις με θερμόμετρα για πέντε ημέρες και μελετούν τη θερμοκρασία στο εξωτερικό των σπιτιών τους, στα μπαλκόνια και στις αυλές τους. Η επιστημονική έρευνα καθίσταται καθημερινή και προσιτή, καθώς ενισχύεται η σύνδεσή τους με τη φύση. Ανακαλύπτουν και χτίζουν σταθερά τη γνώση, κάνοντας υποθέσεις και ελέγχοντάς τες, συγκρίνοντας και συσχετίζοντας. Τονώνεται η αυτοαποτελεσματικότητά τους και τοποθετούνται στο επίκεντρο της μάθησης, με διαμεσολαβητή τον/την εκπαιδευτικό. Τα όρια των Επιστημών ξεπερνιούνται και εκτός από τις Φυσικές επιστήμες και τα Μαθηματικά, η Ψυχολογία και άλλες ανθρωπιστικές επιστήμες προστίθενται στο διεπιστημονικό χαρακτήρα της παρέμβασης. Τα αυξημένα για την εποχή επίπεδα θερμοκρασιών, τα οδηγούν σύντομα στη συζήτηση για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και με ποιους τρόπους μπορεί να αντιμετωπιστεί. Προτείνουν τρόπους για το μετριασμό των συνεπειών της τόσο σε ατομικό και τοπικό επίπεδο, όσο και σε παγκόσμιο. Αποκτούν θετική στάση απέναντι στο περιβάλλον και μαθαίνουν να εργάζονται με μεθοδικότητα, καθώς αναπτύσσουν κριτική σκέψη. Παρουσιάστηκε μεγάλη ποικιλία στα μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά και εξοικείωση με τεχνολογικά εργαλεία πληροφορίας και επικοινωνίας, τα οποία μετατρέπουν την προσπάθεια απόκτησης της γνώσης σε πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα για αυτές τις ηλικίες και διευκολύνουν την συνεχιζόμενη ανατροφοδότησή τους.

Λέξεις κλειδιά: Θερμοκρασία, Διεπιστημονικότητα, Ανακαλυπτική Μάθηση, Εννοιολογική Αλλαγή, Επιστήμη του Πολίτη, Κλιματική Αλλαγή, Περιβαλλοντική Στάση.

Abstract

Regarding student's misconceptions on temperature, an interdisciplinary approach to the concept is attempted in this paper, through a project of Citizen Science, while at the same time it is linked to the problem of climate change and global warming. From a very young age, children, either from their family environment or from school, acquire some perceptions about the concept of temperature, which sometimes needs to be modified or supplemented. Through a didactic intervention in a class of 18 students in secondary education, at the age of 17 years old, on an island, in Greece, an effort is made for a conceptual change of these perceptions, without having in all cases successful results. The children measure temperature using thermometers for five days and study outside their homes, on their balconies and in their yards. Scientific research becomes daily and accessible, as their connection with nature is strengthened. They discover and structure knowledge steadily, making assumptions and checking them, comparing and correlating. Their self-efficacy is stimulated and they put themselves at the center of learning, mediated by the teacher. The limits of the Sciences are transcended and in addition to Science and Mathematics, Psychology and other humanities are added to the interdisciplinary nature of the intervention. Elevated temperature levels soon lead to a debate about the effects of climate change and how it can be addressed. They suggest ways to mitigate its effects both individually and locally, as well as globally. They acquire a positive attitude towards the environment and learn to work methodically, as they develop critical thinking. There was a great variety in the learning outcomes and familiarity with technological tools of information and communication, which made learning more attractive and interesting for these ages and facilitate their ongoing feedback.

Key words: Temperature, Interdisciplinarity, Discovery learning, Conceptual Change, Citizen Science, Climate Change, Environmental Attitude.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή που όλοι αναζητούμε νέες μεθόδους διδασκαλίας, καθώς οι παραδοσιακές δασκαλοκεντρικές φθίνουν, η διεπιστημονική προσέγγιση με χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) συμβάλλει σημαντικά στη διδακτική των θετικών Επιστημών. Το γεγονός ότι οι μαθητές είναι γεννημένοι στα μέσα περίπου της δεκαετίας του 2000 και μετά, η πλειοψηφία των οποίων έχει μεγαλώσει σε πλήρως εξοπλισμένα τεχνολογικά περιβάλλοντα, καθιστά επιτακτική ανάγκη τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, η οποία επιτρέπει στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά και να μην είναι απλά παθητικοί ακροατές κατά τη διάρκεια της διδακτικής πράξης στο σχολείο (Drijvers, 2019). Ειδικά στο μάθημα των Μαθηματικών και των άλλων Θετικών Επιστημών, ενώ μεγαλώνει η ανάγκη για συνεχώς αυξανόμενη εκπαίδευση σε αυτούς τους τομείς προκειμένου, να προετοιμαστούν για να αντιμετωπίσουν ένα τεχνολογικό και προσανατολισμένο στον υπολογιστή περιβάλλον με διαρκώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα (Duvall, 2006), δυστυχώς οι μαθητές απομακρύνονται και μένουν στην επιφανειακή γνώση των αντικειμένων.

Ο δάσκαλος που θέλει να προσελκύσει το ενδιαφέρον τους θα πρέπει να εφαρμόζει καινοτόμες ιδέες, που θα τους εμπλέκει σε κάθε σημείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν την έννοια της θερμοκρασίας και έχουν διάφορες αντιλήψεις για την έννοια, πολλές φορές λανθασμένες, που δύσκολα ξεπερνιούνται (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994). Η εργασία βασίζεται στις αρχές της ανακαλυπτικής μάθησης. Πρόκειται για μια ενεργητική διαδικασία, αφού ο μαθητής/τρια, οδηγείται μόνος/η στη γνώση των Φυσικών Επιστημών «ανακαλύπτοντας» τη, με την κατάλληλη βέβαια καθοδήγηση και τα κατάλληλα μέσα. Ο/η μαθητής/τρια και η αλληλεπίδρασή με τα υλικά που θα του/της δοθούν θα είναι στο επίκεντρο της διαδικασίας. Κάτι που εξασφαλίζεται πλήρως με το συμμετοχικό σχεδιασμό της δραστηριότητας, που μας προσφέρει η Επιστήμη του Πολίτη στο πλαίσιο της οποίας θα εργαστούμε, ένα σχετικά νέο επιστημονικό αντικείμενο, ως εργαλείο στη Διδακτική και όχι ως Επιστήμη.

Οι μετρήσεις των θερμομέτρων της Επιστήμης του Πολίτη έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα επίπεδα θερμοκρασίας του επιφανειακού αέρα σε κλίμακες μικρότερες από αυτές που συνήθως ποσοτικοποιούνται από το επίσημο δίκτυο παρακολούθησης. Ως εκ τούτου, οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για αυτές τις μετρήσεις ως πιθανή πηγή δεδομένων για χρήση στην παρακολούθηση ή την πρόβλεψη καιρού (Cornes, Dirksen & Sluiter, 2020).

Ο ισχυρός διεπιστημονικός χαρακτήρας της Επιστήμης του Πολίτη, εμπλουτίζεται σε αυτή την σχολική παρέμβαση και απ' τις άλλες θετικές επιστήμες, αλλά και τη Διδακτική, ως επιστήμη της Αγωγής.

Ο συνδυασμός τους δείχνει ότι μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση της ταυτότητας της κοινότητας στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων, καθώς και στην αύξηση του ακαδημαϊκού αλφαριθμητισμού. Οι ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες εξάλλου βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των κινήτρων και των διαδικασιών μάθησης των συμμετεχόντων, για την αύξηση της αυτοαποτελεσματικότητάς τους, καθώς και των αποτελεσμάτων και των επιπτώσεων του έργου (Tauginiene κ.ά., 2020).

Οι παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές που παρουσιάζουν τα αντικείμενα ως ξεχωριστά και απόλυτα οριοθετημένες τις επιστήμες, είναι ξεπερασμένες στην εκπαίδευση του 21^{ου} αιώνα, αφού δεν ενθαρρύνουν τους μαθητές να δημιουργήσουν συνδέσεις ανάμεσα στα σχολικά αντικείμενα και την διεπιστημονική φύση της καθημερινής τους ζωής, ώστε να μπορούν να επιλύουν τα προβλήματά τους και να σκέφτονται δημιουργικά (Thayer κ.ά., 2012).

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Επιστήμη του Πολίτη αναφέρει: Η Επιστήμη του Πολίτη θεωρείται μια ερευνητική προσέγγιση όπως κάθε άλλη, με περιορισμούς και

προκαταλήψεις, οι οποίες πρέπει να εξεταστούν και να ελεγχθούν. Ωστόσο, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές ερευνητικές προσεγγίσεις, η Επιστήμη του Πολίτη παρέχει την ευκαιρία για μεγαλύτερη συμμετοχή του κοινού και εκδημοκρατισμό της επιστήμης.

Η παρούσα εργασία θα επιχειρήσει να εντοπίσει αν οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιούν την τεχνολογία, για να κατασκευάσουν γνώση ή να προωθήσουν την επιστήμη, ή απλά χρησιμοποιούν την τεχνολογία μόνο για τη διασκέδασή τους και την επικοινωνία μέσω των κοινωνικών δικτύων. Θα καταφέρουν να μπουν στη θέση του ερευνητή, ώστε να συλλέξουν όσο το δυνατό περισσότερα και έγκυρα δεδομένα;

Η θερμοκρασία, τόσο ως θεμελιώδης έννοια που διδάσκεται στο σχολείο, όσο και στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου, παίζει καθοριστικό ρόλο, όχι απλά στο επίπεδο ζωής, αλλά για την ίδια την επιβίωσή του. Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μας, που προκαλεί την υπερθέρμανσή του, θέτει το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής στο επίκεντρο του ερευνητικού ενδιαφέροντος. Ο όγκος της βιβλιογραφίας, που ασχολείται με το συγκεκριμένο ζήτημα και συμπεριλαμβάνει έργα τόσο Θετικών Επιστημών, όπως θα ήταν αναμενόμενο, αλλά και Ανθρωπιστικών, είναι τεράστιος.

Συνοψίζοντας, η διδακτική προσέγγιση των Θετικών Επιστημών μέσω της Επιστήμης του Πολίτη αποτελεί μια πρόκληση για κάθε εκπαιδευτικό, αφού παρά τους περιορισμούς που παρουσιάζονται σίγουρα, λόγω μικρού αριθμού συμμετεχόντων, ή μικρού γεωγραφικού εύρους, ή κάτι άλλο, που σίγουρα θα παρουσιαστεί, παράγουν ερευνητικό έργο και κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών τους.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Διεπιστημονικότητα

Ο Roth στην Encyclopedia of Mathematics education (2020) δίνει τον ορισμό της διεπιστημονικότητας: «Διεπιστημονικότητα είναι ένα γεγονός, μια ποιότητα ή μια συνθήκη, που αναφέρεται σε 2 ή περισσότερα πεδία ή τομείς μάθησης. Οι διεπιστημονικές εργασίες τείνουν να ξεπερνούν τα παραδοσιακά όρια ανάμεσα στις επιστήμες» (σελ. 317).

Η διεπιστημονικότητα συχνά αντιμετωπίζει προβλήματα στα Μαθηματικά και τη Διδακτική τους, ιδιαίτερα στο επίπεδο της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αφού στις άλλες θετικές επιστήμες, όπως είναι η Βιολογία, η Χημεία και η Φυσική, τα Μαθηματικά αντιμετωπίζονται ως εργαλείο και όχι ως ξεχωριστή επιστήμη.

Στη σχολική πραγματικότητα, δεν υπάρχει στην ουσία καμιά αλληλεπίδραση μεταξύ των Θετικών Επιστημών. Οι διδάσκοντες αυτών των μαθημάτων αποφεύγουν να χρησιμοποιήσουν οποιαδήποτε διεπιστημονική ή πολυεπιστημονική προσέγγιση. Θα πρέπει να γίνει αντιληπτό, ότι κάθε μία απ' αυτές τις επιστήμες, συμπληρώνει την άλλη, την ανατροφοδοτεί και την οδηγεί προς την πρόοδό της.

Αν και η θερμοκρασία είναι τόσο μεγάλης σημασίας μέγεθος για την ίδια τη ζωή μας παρατηρήσαμε ότι στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών δεν κατέχει τη θέση που θα περίμενε κανείς. Πρόκειται για μία έννοια που όπως είδαμε προσφέρεται για διεπιστημονικές προσεγγίσεις και εργαζόμενοι πάνω σε αυτό θέτουμε ως σκοπό της παρούσης διπλωματικής εργασίας την πραγματοποίηση μιας διδακτικής παρέμβασης, ώστε οι μαθητές να έρθουν σε επαφή με την επιστημονική έρευνα και να κατανοήσουν την έννοια της θερμοκρασίας.

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών σύμφωνα με τους Ardoin κ.ά. (2018) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη των ακόλουθων στοιχείων επιστημονικού αλφαριθμητισμού:

1. Συστημική σκέψη (ολιστική προσέγγιση)
2. Κριτική σκέψη (αντικειμενική αξιολόγηση των γεγονότων για τη διαμόρφωση απόψεων)
3. Ερευνητικές δεξιότητες λήψης αποφάσεων (σύνθεση δεδομένων στη γνώση για δράσεις)
4. Δεξιότητες επιστημονικής διαδικασίας (παρατήρηση, επικοινωνία, ταξινόμηση, συμπέρασμα, μέτρηση και πρόβλεψη).

Θα πρέπει να επιδιώκεται η εμπλοκή των μαθητών σε δράσεις, με ενθάρρυνση της ελπίδας ότι μπορούν να αλλάξουν την κοινωνία. Θα πρέπει να γίνεται ο κατάλληλος συνδυασμός διδασκαλίας με βάση την επιστήμη και την κριτική σκέψη έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να αξιολογήσουν τις τεχνολογικές εξελίξεις μέσα σε ένα ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο.

Τα αποτελεσματικά εκπαιδευτικά προγράμματα πρέπει να ξεπερνούν τα παραδοσιακά επιστημονικά όρια και να ενθαρρύνουν τους μαθητές να σκεφτούν το ευρύτερο κοινωνικό και ηθικό πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής (Rudd, Horry & Skains, 2020). Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί τείνουν να διδάσκουν με τέτοιο τρόπο, ώστε να διατηρούν το αντικείμενό τους ακέραιο και ανέπαφο, αντί να συμμετέχουν σε εκτεταμένη διεπιστημονική διδασκαλία. Η κλιματική αλλαγή ωστόσο είναι ένα διεπιστημονικό πρόβλημα με ανάγκη για διεπιστημονικές λύσεις και σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκε η παρούσα εργασία.

Η αλληλεπίδραση-σχέση μεταξύ των θετικών επιστημών, στο θέμα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και του αναλυτικού προγράμματος σπουδών συνίσταται στο ότι τα αναλυτικά εκπαιδευτικά προγράμματα πρέπει να έχουν διεπιστημονική προσέγγιση και να υπερβαίνουν την απόκτηση γνώσεων, έτσι ώστε οι μαθητές να ενθαρρύνονται να σκεφτούν τι έχουν μάθει σε ένα ευρύτερο κοινωνικό και ηθικό πλαίσιο.

Οι Κρητικός και Καλαβάσης (2021) αναφέρουν συγκεκριμένα:

ένα διεπιστημονικό Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, δεν ενοποιεί σχηματικά τα διδακτικά αντικείμενα σε ένα ενιαίο αντικείμενο, ούτε απλουστεύει την επιστημολογία τους εστιάζοντας στη διαθεματική προσέγγιση ενός πολυδιάστατου προβλήματος, αλλά εμπλουτίζει την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση ανάμεσα στα διδακτικά αντικείμενα και κατ' επέκταση στους εκπαιδευτικούς, διατηρώντας ταυτόχρονα την ταυτότητα κάθε διδακτικού αντικειμένου. (σελ.128)

Τα σχολεία και άλλοι εκπαιδευτικοί οργανισμοί είναι οι κατάλληλοι χώροι να αρχίσουν να καλλιεργούν στους μαθητές ηθικές και δημοκρατικές αξίες, ώστε να γίνουν πολίτες, που θα χαρακτηρίζονται από αυτονομία και υπευθυνότητα, μέσω μιας συνεχούς μάθησης και να αναπτύξουν ικανότητες που θα συνεισφέρουν στην κοινωνική ανανέωση μέσω της επιστημονικής εκπαίδευσης, ευαισθητοποιημένοι σε τοπικά και διεθνή ζητήματα όπως η υγεία, το περιβάλλον και η τέχνη.

Ο Labon (2010) αναφέρει ότι για να μεταβεί η Βιολογία στον 21^ο αιώνα και να είναι ικανές οι βιοεπιστήμες να συνεισφέρουν σε πρακτικές εφαρμογές για βελτίωση της περιβαλλοντικής διαχείρισης, της ανθρώπινης υγείας και ποιότητα ζωής, θα πρέπει να ενσωματώσει και τις άλλες Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά καθώς επίσης και την Επιστήμη Υπολογιστών και τη Μηχανική. Η κοινή σημειογραφία που χρησιμοποιείται στα Μαθηματικά και στις Φυσικές επιστήμες δημιουργεί άρρητες συνδέσεις ή/και αποσυνδέσεις μεταξύ των εννοιών (Κρητικός, Μούτσιος-Ρέντζος & Καλαβάσης 2021).

Με ποιον τρόπο όμως ο εκπαιδευτικός μπορεί να προσπαθήσει έστω, να προσεγγίσει μέσω της διδασκαλίας του την διεπιστημονικότητα, ώστε να εξασφαλίσει τα βέλτιστα για τους μαθητές του μαθησιακά αποτελέσματα;

Οι Nikitina και Mansilla (2003) παρουσιάζουν τρεις στρατηγικές, για να ξεπεραστεί η επιστημονική απομόνωση των Μαθηματικών και των άλλων Φυσικών Επιστημών, που θα πρέπει να εφαρμόζονται στο αναλυτικό πρόγραμμα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Η πρώτη, που αναφέρουν ως essentializing, δηλαδή βασικοποίηση εννοιών, σύμφωνα με την οποία εντοπίζονται βασικές έννοιες, που εμφανίζονται ως θεμελιώδεις σε δύο ή περισσότερους επιστημονικούς κλάδους, δημιουργώντας μια ουσιαστική σύνδεση μεταξύ τους. Αυτή η στρατηγική μπορεί να οδηγήσει τη σκέψη των μαθητών στην κατανόηση, αλλά και στην κατασκευή κοινών εργαλείων για έννοιες που εμφανίζονται σε διαφορετικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα η έννοια της κλίμακας, που συναντάται στην Άλγεβρα, στη Γεωμετρία, στη Φυσική, στη Βιολογία, στην Ιστορία, αλλά και στη Γεωλογία.

Αυτή η μέθοδος αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο διδασκαλίας, που ενισχύει την εννοιολογική σκέψη και προωθεί τους μαθητές στην απόκτηση επιστημονικών δεξιοτήτων στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες.

Τα αποτελέσματα στη μάθηση, σύμφωνα με τις ερευνήτριες, κορυφώνονται σε εκείνο το σημείο, στο οποίο η διεπιστημονική σύνδεση των πεδίων πραγματοποιείται άμεσα και

γρήγορα. Για να συμβεί όμως αυτό, απαιτείται εξίσου προσπάθεια απ' το μαθητή αλλά και απ' τον εκπαιδευτικό, ο οποίος θα πρέπει να είναι πρόθυμος να συνεργαστεί και με άλλους εκπαιδευτικούς της ίδιας αλλά και διαφορετικών ειδικοτήτων, να είναι ικανός να συντονίσει και να προσχεδιάσει τις συνδέσεις των εννοιών στα διάφορα Επιστημονικά πεδία, κάνοντας παράλληλα τον κατάλληλο προγραμματισμό της ύλης, καθώς και να «μεταφράσει» την κοινή σημειογραφία, ώστε να διευκολύνει τους μαθητές του.

Η μέθοδος της βασικοποίησης των εννοιών αποτελεί ένα ισχυρό παιδαγωγικό και διδακτικό μοντέλο εργασίας προσέγγισης της διεπιστημονικότητας, χωρίς όμως να είναι εύκολη η εφαρμογή του. Για να έχει αποτελέσματα απαιτείται αναδιάταξη και αναδιάρθρωση της διδακτέας ύλης γύρω απ' τις κοινές έννοιες των επιστημονικών πεδίων καταργώντας τα όρια μεταξύ τους.

Η επόμενη στρατηγική που παρουσιάζεται από τις Nikitina και Mansilla (2003) αφορά τη δημιουργία πλαισίου (contextualizing), σύμφωνα με την οποία συνδέεται κάθε θεωρία – ανακάλυψη με το ιστορικό και ιδεολογικό πλαίσιο της εποχής που αυτή αναπτύχθηκε – ανακαλύφθηκε. Σε αυτή τη στρατηγική οι Θετικές Επιστήμες δε συμμετέχουν με τις διάφορες μεθόδους και πρακτικές τους, αλλά με τα κοινά τους ιστορικά, φιλοσοφικά και γνωσιολογικά στοιχεία. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται όχι μόνο η διεπιστημονικότητα μεταξύ των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, αλλά καθίσταται ολοφάνερη η διασύνδεση με τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές Επιστήμες, ακόμα και με κάποια είδη Τέχνης και σε αυτό ακριβώς συνίσταται η επιτυχία της μεθόδου. Σε αντίθεση με την βασικοποίηση, η οποία οικοδομεί εσωτερικές γέφυρες μόνο ανάμεσα στις Θετικές Επιστήμες, η δημιουργία πλαισίου συνδέει τα Μαθηματικά με μακρινά πεδία, που φαινομενικά δεν υπάρχει κανενός είδους σύνδεση. Οι μαθητές βρίσκουν νόημα στις μέχρι τότε αποσυνδεδεμένες για εκείνους έννοιες και συνειδητοποιούν ότι όλα αυτά που διδάσκονται σχετίζονται με τον πολιτισμό και την ιστορία τους και τελικά με τον ίδιο τους τον εαυτό (Nikitina & Mansilla, 2003).

Ο περιορισμός της μεθόδου, πάντα σύμφωνα με τις συγγραφείς, είναι ότι είναι πιθανόν να μη συμπεριλαμβάνει κρίσιμα στοιχεία όπως είναι οι μαθηματικές αποδείξεις και πρακτικές. Γι' αυτό το ιδανικό θα ήταν να εφαρμόζονται διδακτικά οι δύο μέθοδοι της βασικοποίησης των εννοιών και η δημιουργία πλαισίου συνδυαστικά.

Στην τρίτη στρατηγική που παρουσιάζεται στην ίδια εργασία το πρόβλημα, που μας απασχολεί τοποθετείται στο κέντρο της διδασκαλίας (problem-centering) και αναζητεί γνώσεις και τρόπους σκέψης επίλυσης του σε δύο ή περισσότερους επιστημονικούς κλάδους. Κάτι τέτοιο ενεργοποιεί τους μαθητές, οι οποίοι, για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα που τους δίνεται, συνήθως απ' την καθημερινή τους ζωή, θα πρέπει να αναζητήσουν σε ποιο πεδίο τοποθετείται το πρόβλημα, να αναζητήσουν τα κατάλληλα επιστημονικά εργαλεία, να προσπαθήσουν να το αναλύσουν από πολλές γωνίες και στο τέλος να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και να προτείνουν μία λύση.

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου ως προς τη διεπιστημονικότητα, θα πρέπει να συμπεριλάβουμε ότι συγκεντρώνει έναν εκτεταμένο κατάλογο πεδίων, των οποίων το επιστημονικό περιεχόμενο συμμετέχει στην επίλυση του προβλήματος με ακρίβεια και επιστημονική αυστηρότητα και όχι με γενικό ή αφηρημένο τρόπο, όπως γίνεται με τη δημιουργία πλαισίου, δηλαδή τη δεύτερη στρατηγική. Ακόμα ένα πλεονέκτημα του μοντέλου είναι ότι όταν ο μαθητής κληθεί να επιλύσει ένα συναρπαστικό πρόβλημα, που τον αφορά, με

χρήση δεξιοτήτων που απόκτησε στο σχολείο, έχουμε εντυπωσιακά μαθησιακά αποτελέσματα, αφού παρουσιάζονται σημαντικά και υψηλά κίνητρα εκμάθησης των μαθηματικών, των φυσικών και άλλων επιστημονικών θεωριών (Nikitina & Mansilla, 2003).

Ο περιορισμός της μεθόδου συνίσταται στο ότι η διδασκαλία και κατά συνέπεια η μάθηση στοχεύει στο συγκεκριμένο πρόβλημα κι έτσι περιορίζεται η κάλυψη της κάθε Επιστήμης που χρησιμοποιείται μόνο στα ικανά και αναγκαία για την επίλυση εργαλεία και όχι σε βάθος.

Οι Andresen και Lindenskon (2008) αναφέρουν ότι η διεπιστημονικότητα εμφανίζεται με δύο μορφές: Τη λειτουργική και την τυπική (functional & formal) συνεργασία των αντικειμένων. Στη λειτουργική τίθεται ένα ζήτημα ή ένα πρόβλημα ως σημείο εκκίνησης και συμπεριλαμβάνει τα πεδία που είναι απαραίτητα για την μελέτη του ζητήματος ή την επίλυση του προβλήματος. Σε αυτή την μορφή όμως, επειδή οι μαθησιακοί στόχοι είναι κάπως ασαφείς και μη ευκρινώς διατυπωμένοι, υπάρχει ο κίνδυνος οι μαθητές να επικεντρωθούν στην επιφάνεια του ζητήματος και να μην επιτρέψουν την εξέλιξη της στοχαστικής σκέψης. Στην τυπική διεπιστημονική προσέγγιση η έναρξη γίνεται με την επιλογή των επιστημονικών πεδίων και στη συνέχεια αποφασίζονται και αναπτύσσονται οι έννοιες που θα απασχολήσουν. Όμως με αυτό τον τρόπο, σπάνια παρουσιάζονται νέες προοπτικές των θεμάτων.

Για να εξαλειφθούν οι παραπάνω περιορισμοί, οι ίδιοι οι ερευνητές προτείνουν το συνδυασμό των δύο μεθόδων, ονομάζοντας το νέο μοντέλο που προκύπτει ως πολυεπιστημονικότητα (multi-disciplinarity). Δηλαδή εκείνη τη διδακτική προσέγγιση, που σεβόμενη τα όρια της κάθε Επιστήμης, θέτει ζητήματα που για να μελετηθούν, απαιτεί την ίση συνεισφορά των ξεχωριστών επιστημονικών πεδίων, στα οποία οι μαθητές εργάζονται παράλληλα, διακρίνοντας όμως ξεκάθαρα τα χαρακτηριστικά του κάθε αντικειμένου.

Το θέμα της εργασίας, η προσέγγιση της έννοιας της θερμοκρασίας, της υπερθέρμανσης του πλανήτη και γενικότερα το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής είναι ένα διεπιστημονικό πρόβλημα που εκτείνεται σε όλη τη Χημεία, τη Βιολογία, τα Μαθηματικά, τη Φυσική, τη Γεωγραφία, τις Κοινωνικές Επιστήμες, την Πολιτική, τα Οικονομικά, την Ψυχολογία, την Υγεία, την Οικολογία και άλλα.

Ανακαλυπτική μάθηση

Στο ανακαλυπτικό μοντέλο μάθησης οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να αξιοποιούν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες τους, τη διαίσθησή τους, τη φαντασία και τη δημιουργικότητά τους, ώστε χρησιμοποιώντας τις νέες πληροφορίες που αναζητούν μόνοι τους, να ανακαλύψουν γεγονότα, συσχετισμούς και αλήθειες, δηλαδή τη γνώση.

Ο Σκουμιός (2018) αναφέρει τα χαρακτηριστικά της ανακαλυπτικής προσέγγισης της διδακτικής των Θετικών Επιστημών:

- Η γνώση ανακαλύπτεται από τον μαθητή
- Οι μαθητές είναι δυνατό να οδηγηθούν μόνοι τους στη γνώση των Φυσικών Επιστημών, να την «ανακαλύψουν», αν τους δοθούν τα κατάλληλα μέσα και τους υποβληθούν οι κατάλληλες καθοδηγητικές ερωτήσεις.

- Ο μαθητής αποτελεί πλέον το επίκεντρο της διδακτικής διαδικασίας, ενώ αποδίδεται μεγάλη σημασία στην αλληλεπιδραστική του σχέση με τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία.

- Ο εκπαιδευτικός έχει καθοδηγητικό ρόλο. (σελ. 4)

Δε σημαίνει ότι ακολουθώντας το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης ο μαθητής θα ανακαλύψει μια τελείως νέα γνώση. Αλλά ότι δέχεται τα κατάλληλα ερεθίσματα, τόσο απ' το δάσκαλο, όσο και απ' τους συμμαθητές, απ' το περιβάλλον κλπ, ώστε να «ανακαλύψει» κάτι που δε γνώριζε, ή κάτι που δεν είχε συνειδητοποιήσει καλά μέχρι εκείνη τη στιγμή. Δεν του παραδίδεται έτοιμη η γνώση.

Πλέον η διαδικασία της μάθησης σταματάει να είναι μια παθητική διαδικασία, αλλά μετατρέπεται σε μια δυναμική, όπου κάθε μαθητής με τα δικά του αντιληπτικά μέσα, ακολουθώντας στοιχεία ερευνητικής μεθόδου φτάνει στη γνώση μέσα από το πείραμα, την ερώτηση, τη διερεύνηση και τη συζήτηση. Καθοδηγητής είναι ο εκπαιδευτικός, ο οποίος συντονίζει, οργανώνει, συμβουλεύει και εμπνέει. Παρέχει κατάλληλα εργαλεία και ερεθίσματα, ώστε να κατανοήσουν τα παιδιά τον φυσικό κόσμο που τους περιβάλλει. Δεν προσφέρει έτοιμη τη γνώση, αλλά σχεδιάζει καταστάσεις διερεύνησης. Δεν απαιτεί από το μαθητή απομνημόνευση της νέας γνώσης, αλλά του δείχνει τον τρόπο να φτάσει σε αυτή.

Αν και η μέθοδος είναι γνωστή από την Αρχαία Ελλάδα, φτάσαμε στη δεκαετία του 1960, ώστε να καταγραφεί ως μοντέλο διδασκαλίας με κύριο εκπρόσωπο τον Bruner, ο οποίος βέβαια στηρίχτηκε στους Vygotsky και Dewey.

Ο Κολιάδης (2007) δίνει τον ορισμό της ανακαλυπτικής μάθησης σύμφωνα με τον Bruner ως το «σύνολο των γνωστικών διαδικασιών, που σχετίζονται με την αναλυτική και διαισθητική σκέψη, καθώς επίσης και με την επίλυση προβλημάτων» (σελ. 153). Με τον όρο γνωστικές διαδικασίες περιγράφει το σύνολο των νοητικών λειτουργιών, όπως είναι η προσοχή, η μνήμη, η μάθηση εννοιών κλπ.

Αναφέρεται συγκεκριμένα σε τρεις γνωστικές διαδικασίες: την ανακάλυψη γνώσεων-εννοιών, το μετασχηματισμό γνώσεων και τέλος την αξιολόγηση, εκτίμηση-έλεγχο των γνώσεων. Ο μαθητής ανακαλύπτει τη νέα πληροφορία, τη διευρύνει και την ενσωματώνει στις προϋπάρχουσες γνώσεις του, καθώς μετασχηματίζει τις ήδη αποκτημένες πληροφορίες σε γνώση και τις προσαρμόζει με τέτοιο τρόπο, ώστε να τις εφαρμόσει σε μελλοντικές καταστάσεις. Το αν αυτός ο μετασχηματισμός οδήγησε σε ορθές, επαρκείς και κατάλληλες για χρήση γνώσεις, αξιολογείται με την τρίτη διαδικασία. Είναι φανερό ότι και οι τρεις φάσεις συμβαίνουν σχεδόν ταυτόχρονα στην πράξη.

Ο ίδιος ο Bruner θέτει την ανακαλυπτική μάθηση, ως θεωρία διδασκαλίας και όχι ως θεωρία μάθησης. Δεν περιγράφει δηλαδή τη διαδικασία της μάθησης και της γνωστικής ανάπτυξης, αλλά τον τρόπο και τους στόχους της διδασκαλίας ενός αντικειμένου (Κολιάδης, 2007). Αυτή η διδασκαλία μπορεί ποικίλει και μπορεί να περιλαμβάνει μεθόδους, όπως είναι η Σωκρατική μέθοδος αλλά ακόμα και η εξερεύνηση κάποιων ερεθισμάτων απ' τη φυσική ζωή του μαθητή (Τουμάσης, 1999).

Πολλά τα οφέλη της ανακαλυπτικής μάθησης για τους/τις μαθητές/τριες. Κάποια απ' αυτά είναι ότι ενισχύονται, ώστε να εμπλακούν πιο ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και να εξασφαλίσουν υψηλότερες επιδόσεις, ενθαρρύνεται η περιέργειά τους, να ερευνήσουν και να μάθουν και με μεγάλη αυτονομία να αναπτύξουν δικούς τους τρόπους αναζήτησης και ερευνητικές διαδικασίες, ώστε να διεισδύσουν στις σχέσεις των πραγμάτων. Με αυτό τον

τρόπο έχουν και την ευθύνη της μάθησής τους, δηλαδή οι ίδιοι κατευθύνουν τη διαδικασία χωρίς να εξαρτώνται απ' τον εκπαιδευτικό, αφού μαθαίνουν να αυτοδιορθώνονται, καθώς αυξάνεται η διαισθητική και η δημιουργική σκέψη. Οι γνώσεις που αποκτούνται με αυτό τον τρόπο ανακαλούνται πιο γρήγορα και πιο εύκολα. Αποκτούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες εύκολα μεταβιβάζονται και σε άλλα πεδία. Κάθε μαθητής/τρια αναπτύσσει εσωτερικά κίνητρα και προσωπικό ενδιαφέρον, ανάλογα με τις ικανότητες του/της. Έτσι παρέχεται εξατομικευμένη μάθηση, ενώ προωθείται η δια βίου μάθηση, αφού οι εκπαιδευόμενοι, έχουν μάθει τον τρόπο να μαθαίνουν (Ozdem-Yilmaz & Bilican, 2020).

Ταυτόχρονα όμως πολλοί ερευνητές, όπως για παράδειγμα ο Ausubel (στο Κολιάδης, 2007), τονίζουν και τα μειονεκτήματα της μεθόδου, που δεν είναι λίγα. Κάποια απ' αυτά είναι ότι η διαδικασία της ανακαλυπτικής μάθησης μπορεί να είναι χρονοβόρα, να οδηγήσει τους μαθητές σε λανθασμένα συμπεράσματα, τα οποία θα πρέπει αργότερα να μεταβάλλουν. Συνήθως είναι αναποτελεσματική μέθοδος σε μεγάλες τάξεις. Αλλά και για τον εκπαιδευτικό δεν είναι μια εύκολη διαδικασία, αφού θα πρέπει να αφιερώσει περισσότερο χρόνο και να καταβάλει μεγαλύτερη προσπάθεια να οργανώσει μια τέτοιου είδους διδασκαλία, αλλά και να τους προκαλέσει άγχος, υπό την πίεση της κάλυψης της ύλης (Ozdem-Yilmaz & Bilican, 2020).

Στα μειονεκτήματα ο Κολιάδης (2007) προσθέτει ότι η ανακαλυπτική μάθηση δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους μαθητές, αφού απαιτεί αυξημένες νοητικές ικανότητες και γνωστικές δεξιότητες και μιας και οι αυθεντικές ανακαλύψεις είναι σπάνιες, τίθενται ζητήματα αποτελεσματικότητας και ανεπάρκειας της μεθόδου, σε σύγκριση με την άμεση διδασκαλία. Ο Τουμάσης (1999) σημειώνει επίσης το άγχος της αποτυχίας από τους πιο αδύνατους μαθητές.

Ο Ausubel, που αναφέρθηκε παραπάνω, υποστηρίζει ότι με τη διδασκαλία θα πρέπει να ενσωματώνονται οι νέες γνώσεις σε αυτές που ήδη υπάρχουν (Agra κ.ά., 2019).

Αλλά και ο Bruner, σε πιο πρόσφατες εργασίες του, όπως αναφέρει ο Κολιάδης (2007) φαίνεται να αγκαλιάζει περισσότερο μια συστημική προσέγγιση και σκέψη, δηλαδή να εξετάζονται όλες οι αλληλεπιδράσεις, όλων των μερών ενός συστήματος, ώστε να κατανοήσουμε πως λειτουργεί το συγκεκριμένο σύστημα.

Σε κάθε περίπτωση, σκοπός της διδασκαλίας είναι να ενεργοποιηθεί ο μαθητής σε ατομικό-προσωπικό επίπεδο και βασικός ρόλος του σχολείου είναι να μάθει στο παιδί πώς να μαθαίνει. Για να γίνει αυτό πρέπει ο εκπαιδευτικός να καθοδηγεί με τέτοιο τρόπο το/τη μαθητή/τρια, ώστε αυτός/αυτή να προσεγγίζει τη γνώση, όχι μηχανιστικά ή με αποστήθιση, αλλά κατανοώντας τη σε βάθος. Και για να γίνει αυτό, θα πρέπει ο ίδιος ο εκπαιδευτικός να γνωρίζει τους παράγοντες που επιδρούν στη διαδικασία μάθησης.

Ο Τουμάσης (1999) προτρέπει τον εκπαιδευτικό να δώσει «την ευκαιρία στο μαθητή να αυτενεργήσει και να κατασκευάσει, στο βαθμό που οι συνθήκες το επιτρέπουν, μόνος του τη νέα γνώση, συμμετέχοντας δραστήρια στη διαδικασία μάθησης. Ποτέ μην πεις εσύ, αυτό που ο μαθητής σου μπορεί να ανακαλύψει μόνος του». (σελ. 249)

Εννοιολογική Αλλαγή

Με τον όρο εννοιολογική αλλαγή εννοούμε τη διαδικασία με την οποία προσπαθούμε να αλλοιώσουμε τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσω ειδικών στρατηγικών, όπως είναι η γνωστική σύγκρουση και μόνο μετά την καλλιέργεια ειδικού κλίματος μέσα στην τάξη, το οποίο θα εγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών για το αντικείμενο που διδάσκονται τη δεδομένη στιγμή και θα επιτρέψει την ανάδυση νέων ιδεών.

Στις Θετικές Επιστήμες, η εκμάθηση των εννοιών μπορεί να συμβεί υπό τρεις συνθήκες. Πρώτον, ένας/μία μαθητής/τρια μπορεί να μην έχει καθόλου προηγούμενη γνώση των εννοιών που πρόκειται να μάθει, χωρίς να αποκλείεται να έχει κάποιες σχετικές - συγγενικές γνώσεις. Σε αυτή την περίπτωση, λείπει η προηγούμενη γνώση και η μάθηση συνίσταται στην προσθήκη νέας γνώσης (Chi, 2008). Δεύτερον, ένας/μία μαθητής/τρια μπορεί να έχει κάποιες σωστές προηγούμενες γνώσεις σχετικά με τις έννοιες που πρόκειται να μάθει, αλλά αυτή η γνώση να είναι ελλιπής. Τότε, η μάθηση μπορεί να θεωρηθεί ως πλήρωση του κενού. Στην τρίτη συνθήκη, ένας μαθητής μπορεί να έχει διαμορφώσει κάποιες αντιλήψεις, είτε απ' το σχολείο, είτε από την καθημερινή εμπειρία, που «έρχονται σε σύγκρουση» με τις έννοιες που πρόκειται να μάθει (Vosniadou, 1994). Αυτές τις αντιλήψεις ονομάζουμε «εναλλακτικές». Δηλαδή τις εσφαλμένες ιδέες για μια έννοια ή πεποίθηση. Οι οποίες είναι ανθεκτικές και επίμονες στην αλλαγή. Σε αυτό το σημείο καλείται ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιήσει τις κατάλληλες στρατηγικές, ώστε να καλλιεργήσει το κλίμα εμπιστοσύνης που χρειάζεται, ώστε να πείσει τους μαθητές να υιοθετήσουν τη νέα γνώση ή να προσαρμόσουν την αρχική τους εναλλακτική ιδέα στην επιστημονική γνώση.

Οι Σκουμιάς και Χατζηνικήτα (2002) προτείνουν την κοινωνικο-γνωστική σύγκρουση, η οποία συνεπάγεται και τη γνωστική. Σε αυτού του είδους τη σύγκρουση εμπιρεύονται δύο είδη συγκρούσεων: η μία είναι γνωστική, αυτή ανάμεσα στην αρχική ιδέα του ατόμου με την τελική απάντηση που δίνεται στο πρόβλημα που μελετάται, ενώ η άλλη είναι κοινωνική, αφού το άτομο συνειδητοποιεί ότι οι αντιλήψεις του βρίσκονται σε αντίφαση με κάποιων άλλων. Σε αυτή την περίπτωση ο κάθε μαθητής γίνεται δέκτης πληροφοριών και ιδεών των συμμαθητών του, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται να μεταβεί στο νέο τρόπο σκέψης και πολλές φορές ενεργοποιείται σε μεγαλύτερο βαθμό κατά τη μαθησιακή διαδικασία.

Για να γίνει κατανοητός ο όρος εννοιολογική αλλαγή θα αναφερθούν τρεις θεωρίες, που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο αυτή συμβαίνει.

Το 1982 οι Posner, Strike, Hewson και Gertzog διατύπωσαν την κλασική προσέγγιση, όπως είναι πλέον γνωστή (Βοσνιάδου, 2018) στο άρθρο τους με τίτλο “Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change”. Σε αυτή την εργασία τους, θεωρούν ως δεδομένα ότι η γνώση είναι το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών που διδάσκονται οι μαθητές και των ήδη εδραιωμένων αντιλήψεών τους και το ότι η μάθηση είναι μια νοητική δραστηριότητα, κατά την οποία το οι μαθητές επιλέγουν ποιες ιδέες και ποιες έννοιες θα αποδεχτούν, με κριτήριο τι τους φαίνεται πιο λογικό και κατανοητό. Δηλαδή ταυτίζουν τη μάθηση με την εννοιολογική αλλαγή και όχι απλά την εκμάθηση σωστών απαντήσεων, που εκφράζονται είτε λεκτικά, είτε στη

συμπεριφορά. Εισάγουν δύο όρους απ' τη θεωρία του Πιαζέτ¹, την αφομοίωση (assimilation) και την συμμόρφωση (accommodation), για να εξηγήσουν πως πραγματοποιείται αυτή η αλλαγή.

Η αφομοίωση συμβαίνει όταν τροποποιούμε τις νέες πληροφορίες, για να ταιριάζουν με τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις μας, ενώ η συμμόρφωση συμβαίνει όταν προσαρμόζουμε αυτά που ήδη γνωρίζουμε, ώστε να ταιριάζουν με τις νέες πληροφορίες που δεχόμαστε. Κάτι που λαμβάνει μέρος σε μεταγενέστερη φάση της μάθησης και υπό ορισμένες συνθήκες. Όπως για παράδειγμα, όταν χάνεται η εμπιστοσύνη στις υπάρχουσες αντιλήψεις. Τότε, αν η νέα ιδέα είναι κατανοητή και πείθει ότι η υιοθέτησή της μπορεί να λύσει τα προβλήματα που οι προϋπάρχουσες δεν μπορούσαν, καθώς δίνει τη δυνατότητα επέκτασης σε νέους τομείς εξερεύνησης, τότε είναι πιθανό το άτομο να τροποποιήσει τις αρχικές του ιδέες.

Σύμφωνα πάντα με τους ίδιους ερευνητές (Posner κ.ά., 1982) καθοριστικοί παράγοντες για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής αναφέρονται α) το είδος της αποτυχίας στην οποία οδηγεί η πρωταρχική ιδέα, β) οι αναλογίες και οι μεταφορές θα αναδείξουν ως κατανοητές τις νέες ιδέες γ) οι επιστημολογικές δεσμεύσεις του κάθε επιστημονικού πεδίου αλλά και της ίδιας της αντίληψης για το τι είναι γνώση δ) οι πεποιθήσεις και οι στάσεις του καθενός για το τι είναι επιστήμη και τέλος ε) οι γνώσεις άλλων πεδίων και οι δεξιότητες που κατέχει το άτομο.

Η διδασκαλία των θετικών επιστημών προσφέρεται για τη διευκόλυνση της εννοιολογικής αλλαγής που πραγματοποιείται μέσω της συμμόρφωσης στις νέες ιδέες των πρωταρχικών παραδοχών του ατόμου. Και για αυτό το σκοπό η διδακτική πράξη θα πρέπει να περιλαμβάνει α) ανάπτυξη διαλέξεων, επιδείξεων, αφορμές για προβληματισμό και εργαστηριακές δραστηριότητες, που θα δημιουργούν γνωστικές συγκρούσεις στους μαθητές β) οργάνωση συνθηκών, ώστε οι εκπαιδευτικοί να έχουν τη δυνατότητα να αφιερώσουν χρόνο στη διάγνωση λαθών στη σκέψη των μαθητών και να ταυτοποιήσουν τις ιδέες που αντιστέκονται στην εννοιολογική αλλαγή και ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους γ) βοήθεια προς τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν το κάθε επιστημονικό περιεχόμενο στις διάφορες αναπαραστάσεις του και τέλος δ) ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων αξιολόγησης ώστε να βοηθηθεί ο δάσκαλος να κατανοήσει την πρόοδο της εννοιολογικής αλλαγής στους μαθητές. Για να πραγματοποιηθούν όλα τα παραπάνω πρέπει ο εκπαιδευτικός να χρησιμοποιεί τις αρχές της Σωκρατικής μεθόδου ή/και να αποτελεί πρότυπο επιστημονικής σκέψης για τους μαθητές του.

Μία ακόμη θεωρία που προσπαθεί να εξηγήσει τις συνθήκες και τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται η εννοιολογική αλλαγή είναι η αποσπασματική γνώση «Knowledge in Pieces» με βασικό εκπρόσωπο τον Andrea di Sessa. Πρόκειται για μία επιστημολογική προοπτική της κατανόησης της γνώσης και της μάθησης, μελετώντας τόσο μικρής έκτασης φαινόμενα, εξ ου και ο τίτλος της αποσπασματικής γνώσης, όσο και μεγαλύτερης έκτασης, όπως είναι η εννοιολογική αλλαγή. Διαθέτει θεωρητικό αλλά και εμπειρικό υπόβαθρο, όπως ο ίδιος ο di Sessa αναφέρει στην ομιλία του στο 13ο Διεθνές Συνέδριο για την Μαθηματική Εκπαίδευση. Η αποσπασματική γνώση ξεκίνησε στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών,

¹ Μηχανισμοί προσαρμογής: Αφομοίωση, συμμόρφωση και εξισορρόπηση

αλλά αργότερα χρησιμοποιήθηκε και για άλλες Επιστήμες όπως τα Μαθηματικά, τη Χημεία, την Οικολογία, την Επιστήμη των Υπολογιστών, ακόμα και σε Ανθρωπιστικές Επιστήμες.

Έχει ως στόχο να δημιουργήσει μία σταθερή αμφίδρομη σχέση μεταξύ της θεωρίας και των αποτελεσμάτων της μάθησης. Αυτή η διπλής κατεύθυνσης σχέση συνίσταται στο ότι η θεωρία περιορίζεται ισχυρά και αναπτύσσεται από την παρατήρηση και αντιστρόφως, η θεωρία που χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευόμενους, δίνει νόημα στις αντιδράσεις τους, καθώς αυτοί σκέφτονται και μαθαίνουν.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της αποσπασματικής γνώσης είναι η προσέγγιση της γνώσης ως πολύπλοκου συστήματος (di Sessa, 2018). Πρόκειται για κονστρουκτιβιστική θεωρία και το 1993 στην εργασία του ο di Sessa με τίτλο «Toward Epistemology of Physics», περιέγραψε μία γνωστική δομή που αποτελείται από μικρότερες μονάδες, τα οποία ονόμασε p-prims και συνδέονται με την ερμηνεία των εμπειριών από τον πραγματικό κόσμο (φαινόμενα) και απαιτούν ελάχιστα στοιχεία μνήμης. Αυτές οι πρωταρχικές ιδέες για τα διάφορα φαινόμενα σύμφωνα με τον di Sessa δεν είναι ούτε σωστές ούτε λανθασμένες, αλλά μάλλον σε κάποια πλαίσια λειτουργούν, ενώ σε άλλα πλαίσια κρίνονται ακατάλληλες.

Στο Πλαίσιο αναφέρεται μία ακόμη από τις θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί για να εξηγήσουν την εννοιολογική αλλαγή και ονομάζεται θεωρία πλαισίου. Που σύμφωνα με τη Στέλλα Βοσνιαδου (2018) είναι το σύνολο των αρχικών εννοιών που αναπτύσσουν τα παιδιά, από πολύ μικρή ηλικία για τα Μαθηματικά και τον Φυσικό Κόσμο, βασιζόμενα στις πληροφορίες που αντλούν από το περιβάλλον τους, στο πλαίσιο της καθημερινής τους ζωής και αποτελούν ένα επεξηγηματικό σύστημα. Αυτές οι αρχικές έννοιες που διαμορφώνουν μπορεί να είναι κάπως «αφελείς», αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν αποσπασματικές. Συνδέονται μεταξύ τους, όπως συνδέονται και με τις άλλες θεωρίες πλαισίου, που αναπτύσσει το άτομο σε διαφορετικούς τομείς γνώσης. Ειδικά όμως για τη θεωρία πλαισίου που αναπτύσσεται για το Φυσικό Κόσμο, που μας ενδιαφέρει στην παρούσα εργασία, αυτή αρχίζει να διαφοροποιείται, καθώς τα παιδιά αποκτούν περισσότερες εμπειρίες και μέσω της διδασκαλίας. Σύμφωνα με τη Βοσνιαδου τα παιδιά μαθαίνουν ευκολότερα αυτά που συμφωνούν με τη θεωρία πλαισίου τους παρά αυτά που βρίσκονται σε διαφωνία. Επομένως ως θεωρία πλαισίου για τις Φυσικές Επιστήμες θεωρούνται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών και μέσω μιας κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης, στην ουσία μέσω μιας αργής διαδικασίας με πολλά στάδια, συμβαίνει η εννοιολογική αλλαγή αν τελικά αυτή συμβεί.

Κλιματική αλλαγή

Για δισεκατομμύρια χρόνια οι θερμοί και οι ψυχροί περίοδοι εναλλάσσονταν στον Πλανήτη Γη. Κάθε τέτοια περίοδος διαρκούσε χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια. Όταν όμως ο άνθρωπος αντιλήφθηκε ότι η θερμότητα συνδέεται με την κίνηση και ο Τόμας Νιουκόμεν με τον βοηθό του Τζον Κάλυ κατασκεύασαν στην Αγγλία το 1712 την πρώτη ατμομηχανή, την οποία τροποποίησε και βελτίωσε το 1765 ο Τζέιμς Βατ, χρειάστηκε λιγότερο από δύο αιώνες, για να υπερθερμανθεί ο πλανήτης και να εισάγουμε στο λεξιλόγιό μας τον όρο «κλιματική αλλαγή». Σε αυτό βέβαια, καθοριστικό παράγοντα έπαιξε και η χρήση άνθρακα, του οποίου η πρώτη καταγεγραμμένη εξόρυξή του για επαγγελματική χρήση έγινε το 1750.

Ως κλιματική αλλαγή ορίστηκε το 1992 από την Παγκόσμια Σύνοδο Κορυφής για τη Γη (UNFCCC) στη Βραζιλία, οποιαδήποτε αλλαγή του κλίματος οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα και δε συμπεριλαμβάνει οποιαδήποτε μεταβολή του κλίματος, που έχει φυσικά αίτια (Reser, Morrissey & Ellul, 2011).

Μέχρι τις αρχές του 19^{ου} αιώνα η οικονομία της Ευρώπης και του υπόλοιπου κόσμου ήταν κυρίως αγροτική. Τα υπόλοιπα προϊόντα παράγονταν σε μικρά εργαστήρια ή στα σπίτια σε μικρές ποσότητες. Υπήρχαν λίγες και μικρές πόλεις. Τότε, στην Αγγλία αρχικά, αλλά γρήγορα εξαπλώθηκε σε ολόκληρο τον κόσμο, εμφανίστηκε το εργοστασιακό σύστημα, το οποίο είχε τρία βασικά χαρακτηριστικά, όπως αυτά αναφέρονται στο σχολικό εγχειρίδιο της Ιστορίας για τη Γ Λυκείου «Ιστορία του νεότερου και του σύγχρονου κόσμου (από το 1815 έως σήμερα)» (Κολιόπουλος κ.α., σελ . 41). Αυτά ήταν: α) η υποκατάσταση του ανθρώπου σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας από τη μηχανή, β) η αντικατάσταση των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (υδατόπτωση, αιολική ενέργεια κ.α.) από νέες, ιδιαίτερα τον γαιάνθρακα και γ) η χρήση νέων και άφθονων πρώτων υλών, ιδιαίτερα ανόργανων. Έτσι ξεκίνησε η λεγόμενη Βιομηχανική Επανάσταση.

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρείται ειδικά στην Ευρώπη ξεκίνησε μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση.

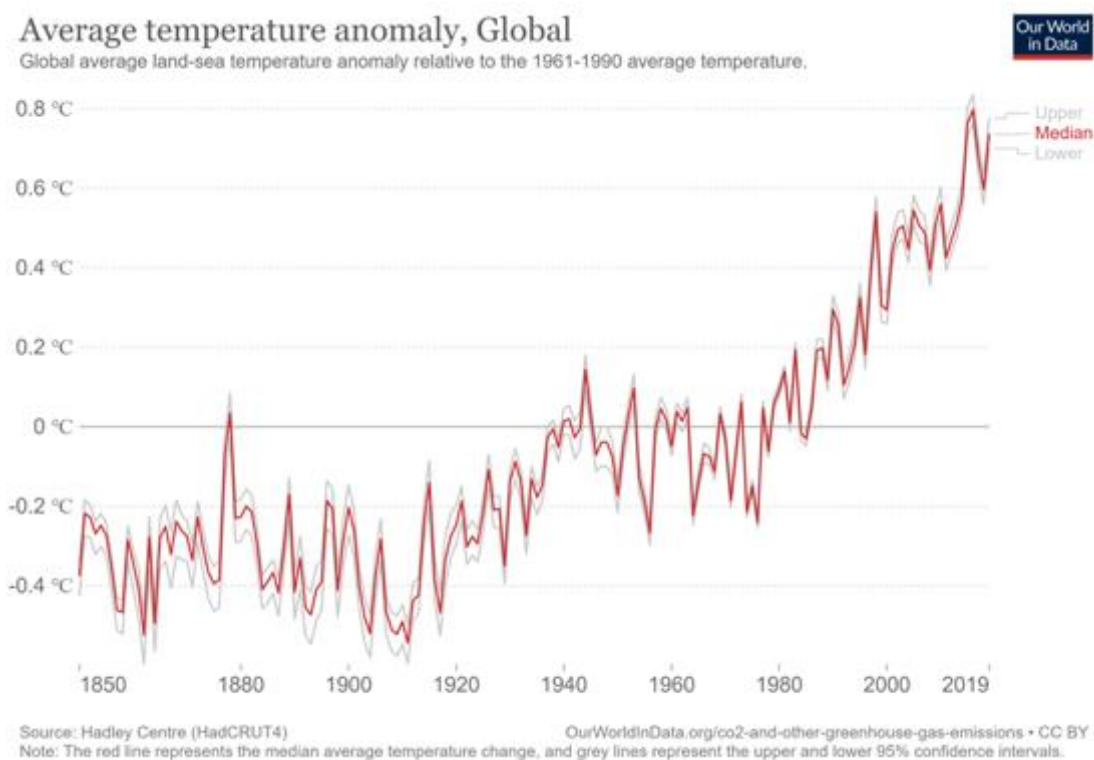
Κλιματική αλλαγή και θερμοκρασία

Η ζωή στον πλανήτη μας βασίζεται σε μια λεπτή ισορροπία, που διατηρεί την παγκόσμια θερμοκρασία στα κατάλληλα επίπεδα για την επιβίωσή μας. Όταν λέμε παγκόσμια θερμοκρασία, εννοούμε τη θερμοκρασία της Γης και αναφερόμαστε στο μέσο όρο της θερμοκρασίας της επιφάνειάς της, λαμβάνοντας υπόψιν όλες τις μεταβλητές (Serway & Jewett, 2012). Ένας βασικός παράγοντας που καθορίζει τη θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης, είναι η ύπαρξη της ατμόσφαιρας, ενός λεπτού (σε σχέση με την ακτίνα της Γης) στρώματος αερίων, που βρίσκεται πάνω απ' την επιφάνεια της Γης και μας εξασφαλίζει το απαραίτητο για την ύπαρξή μας οξυγόνο. Αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, εγκλωβίζουν την υπέρυθη ακτινοβολία κι έτσι διατηρείται μια μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της, των 15 °C περίπου, που καθιστά δυνατή τη ζωή όπως τη γνωρίζουμε, αντί των -18 °C που υπολογίζεται ότι θα ήταν χωρίς αυτό. Η υπερσυγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, μέσω των θερμοκηπικών ρύπων, οδηγεί στο πρόβλημα της παγκόσμιας υπερθέρμανσης, τη βασική αιτία για την κλιματική αλλαγή.

Η σχέση είναι και αντίστροφη καθώς και η ίδια η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς αυξάνει δείκτες όπως π.χ. το όζον και τα αερολύματα. Επιδρά στην αύξηση της θερμοκρασίας ή/και στις βροχοπτώσεις, με σημαντικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον. Τοπικές καιρικές συνθήκες διαμορφώνονται ή έστω επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή, προκαλώντας κατά περίπτωση καύσωνα, ξηρασία, ερημοποίηση, ακραίες βροχοπτώσεις, τήξη μόνιμων πάγων στους Πόλους.

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας επιβεβαιώνεται από την παρατήρηση αυτών των κρίσιμων δεικτών για το κλίμα, όπως είναι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, η μείωση του πάγου στην Ανταρκτική ή τη Γροιλανδία (The Global Climate in 2015-2019,

2019). Το 2016 κατεγράφη ως το πιο θερμό έτος, ενώ το 2019 ως το δεύτερο θερμότερο με βάση τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), ενώ και η δεκαετία 2010-2019 είναι πιθανότατα η θερμότερη δεκαετία με βάση τις μέσες τιμές. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία για την περίοδο 2015-2019 είναι κατά 1,1 βαθμούς Κελσίου πάνω από το επίπεδο της βιομηχανικής περιόδου του 19ου αιώνα (1850-1900) και κατά 0,2 °C πάνω από το επίπεδο της αμέσως προηγούμενης πενταετίας (2010-2014). Ανάλογα ευρήματα καταγράφονται στους επιμέρους μέσους όρους των θερμοκρασιών για κάθε ήπειρο ξεχωριστά, ενώ και η παγκόσμια μέση θερμοκρασία της θάλασσας για την πενταετία 2015-2019 ήταν περίπου 0,8 °C ανώτερη της αντίστοιχης θερμοκρασίας κατά την προβιομηχανική περίοδο και κατά 0,13 °C ανώτερη της αντίστοιχης μέσης θερμοκρασίας κατά την προηγούμενη πενταετία (The Global Climate in 2015-2019, 2019). Στην Εικόνα 1 φαίνεται η άνοδος της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας της Γης από το 1850 μέχρι το 2019.



Εικόνα 1. Διακύμανση της μέσης Θερμοκρασίας της γης.
Πηγή: Average temperature anomaly, Global (ourworldindata.org)

Η άνοδος της θερμοκρασίας και το λιώσιμο των πάγων (γλυκού νερού) στους πόλους προκαλεί ταυτόχρονα και άνοδο της στάθμης στους ωκεανούς αλλά και άνοδο της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με την IPCC η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 10-20 cm τα τελευταία χρόνια ενώ ο ρυθμός ανόδου είναι στα 2,4 mm ετησίως (Shukla κ.ά., 2019). Η μέτρηση της θερμότητας των ωκεανών είναι από τους καλύτερους τρόπους για να διαπιστωθεί ο ρυθμός υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς στους ωκεανούς καταλήγει το μεγαλύτερο ποσοστό της διαρκώς αυξανόμενης ενεργειακής ανισορροπίας (Karsenberg, Alliouane, Gazeau, Mousseau & Gattuso, 2017). Η τήξη των παγετώνων, εκτός των άλλων, απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο, από εγκλωβισμένη βιομάζα στους πάγους.

Τον Αύγουστο του 2021 η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) δημοσίευσε το πρώτο μέρος από την Έκτη Έκθεση Αξιολόγησης (AR6), θα ολοκληρωθεί το 2022, στην οποία υπάρχει η πρόβλεψη ότι η θερμοκρασία του πλανήτη θα αυξηθεί κατά 1,5 °C με 2 °C τις επόμενες δεκαετίες.

Τα αποτελέσματα της κατά 1,5 °C υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι ότι θα υπάρχουν αυξανόμενα κύματα καύσωνα, μεγαλύτερης διάρκειας θερμές εποχές και μικρότερης κρύες, ενώ αν επαληθευθούν τα σενάρια για αύξηση κατά 2 °C της θερμοκρασίας του πλανήτη, τότε οι ακραίες θερμοκρασίες θα έφταναν πιο συχνά σε οριακά σημεία ανοχής για τη γεωργία, αλλά και για την ανθρώπινη υγεία.

Οι πολλαπλές διαφορετικές αλλαγές, που θα προκληθούν με την περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας σε διάφορες περιοχές του πλανήτη περιλαμβάνουν αλλαγές στην υγρασία και την ξηρότητα, στους ανέμους, το χιόνι και τον πάγο, τις παράκτιες περιοχές και τους ωκεανούς. Διαταράσσεται ο κύκλος του νερού, με αποτέλεσμα πιο έντονες βροχοπτώσεις κατά συνέπεια και πλημμύρες, ενώ σε άλλες περιοχές εντείνεται η παρατεταμένη ξηρασία.

Οι παράκτιες περιοχές θα δουν συνεχή άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα, συμβάλλοντας σε συχνότερες και σοβαρές παράκτιες πλημμύρες σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και διάβρωση των ακτών. Ακραία γεγονότα της στάθμης της θάλασσας που προηγουμένως συνέβαιναν μία φορά στα 100 χρόνια θα μπορούσαν να συμβαίνουν κάθε χρόνο μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα.

Η περαιτέρω θέρμανση θα ενισχύσει την απόψυξη του μόνιμου παγετού και την απώλεια της εποχικής χιονοκάλυψης, το λιώσιμο των παγετώνων και των στρωμάτων πάγου και την απώλεια του καλοκαιρινού θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής. Η θέρμανση των ωκεανών σαφώς θα επηρεάσει τόσο τα ωκεάνια οικοσυστήματα, όσο και τους ανθρώπους που στηρίζονται σε αυτά.

Για τις αστικές περιοχές αναμένεται να ενισχυθούν τα φαινόμενα της υπερβολικής ζέστης, καθώς οι πόλεις είναι συνήθως θερμότερες από το περιβάλλον στο οποίο είναι χτισμένες, οι πλημμύρες από έντονες βροχοπτώσεις και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στις παράκτιες πόλεις.

Κλιματική αλλαγή και ανθρώπινη ψυχολογία

Με τον όρο «κλιματική αλλαγή» αναφερόμαστε τις περισσότερες φορές στις συνέπειες των αλλαγών των παγκόσμιων καιρικών συνθηκών, τόσο σε τοπικά, όσο και σε παγκόσμια περιβάλλοντα και οικοσυστήματα. Η κλιματική αλλαγή όμως φέρνει τον άνθρωπο αντιμέτωπο με νέες ψυχολογικές, συναισθηματικές, γνωστικές, υπαρξιακές και σωματικές προκλήσεις (Hickman, 2020). Οπότε το ανθρώπινο ψυχολογικό, κοινωνιολογικό, κοινωνικό και πολιτιστικό περιβάλλον διαταράσσεται (Reser κ.ά., 2011) με πιο κοινές συνέπειες, όπως έχουν αναφερθεί, τις κρίσεις πανικού, την αϋπνία, την εμμονική σκέψη και/ή τις αλλαγές στην όρεξη που προκαλούνται από περιβαλλοντικές ανησυχίες, κατάθλιψη, ανάπτυξη διαταραχής μετατραυματικού στρες, καθώς και αυτοκτονικού ιδεασμού (Hickman, 2020).

Η Hickman (2020) στην εργασία της με τίτλο «We need to (find a way to) talk about ... Eco-anxiety» προσπαθεί να ορίσει τον όρο «οικολογικό άγχος», τον οποίο αναφέρει η Αμερικάνικη Ψυχολογική Εταιρεία ως «ένα χρόνιο φόβο της περιβαλλοντικής

καταστροφής». Η ίδια ορίζει το οικολογικό άγχος (eco-anxiety) ως έναν όρο, που περιγράφει τη συναισθηματική ανταπόκριση του ανθρώπου, στην απειλή που προκύπτει από την αλλαγή του κλίματος και της βιοποικιλότητας ειδικά και όχι στα γενικότερα γεγονότα, που σχετίζονται με τον καιρό. Πρόκειται δηλαδή για ένα συναίσθημα, που μπορεί να φανεί ακόμα και όταν δεν υπάρχουν άμεσες φυσικές ενδείξεις για τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στη ζωή κάποιου, σαν ένα προβλεπόμενο και αναμενόμενο άγχος στο μέλλον. Αυτή τη διαταραχή είναι πιθανό να την εκδηλώσει και κάποιος που δε θίγεται άμεσα από φυσικές καταστροφές, αλλά ενημερώνεται καθημερινά από τα διάφορα τεχνολογικά μέσα πληροφορίας και επικοινωνίας (Πολεμικού, 2022). Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται αποκόμματα από μια ελληνική εφημερίδα, που στο τέλος του έτους 2021 κάνει μια συνοπτική ανασκόπηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στον πλανήτη, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 12 μηνών, ενώ δίπλα είναι το εξώφυλλο της 1^{ης} Ιουλίου του 2021 μιας γαλλικής εφημερίδας, που προσπαθεί να ευαισθητοποιήσει το ευρωπαϊκό κοινό.



Εικόνα 2. Ελληνικός και ξένος τύπος για την Κλιματική αλλαγή (2021)

Είτε με τη μορφή του φόβου για το τι επιφυλάσσει το μέλλον για τον ίδιο τον άνθρωπο και την οικογένειά του, είτε με την οικονομική καταστροφή, που μπορεί να προκληθεί από μια φυσική καταστροφή, είτε με τη μορφή τύψεων, για το μερίδιο ευθύνης που αναλογεί σε κάθε άνθρωπο για το σημείο που έχει φτάσει η κλιματική αλλαγή η Πολεμικού (2022) περιγράφει το οικολογικό άγχος, ως μια γενικευμένη μορφή άγχους, που εμφανίζεται ως διάφορα συναισθήματα, όπως είναι «φόβος, απόγνωση, απελπισία, θυμός, περιφρόνηση, αηδία, αγανάκτηση, ενοχή, αισθήματα απώλειας και πένθους, εξουθένωση, αδυναμία κ.ά.»

Η ψυχολογία των παιδιών πάνω στο ζήτημα, δεν απέχει πολύ απ' αυτή των ενηλίκων. Αισθάνονται ακριβώς τα ίδια συναισθήματα και επιπλέον νιώθουν αδύναμοι να μετριάσουν τόσο τους λόγους που επιδεινώνουν την κλιματική αλλαγή, όσο και τις συνέπειες της, με αποτέλεσμα να τα καθιστά πιο ευάλωτα σε αυτή τη ψυχολογική διαταραχή (Hickman, 2020).

Κλιματική αλλαγή και πόλεμος

Δεν υπάρχει κάποιο μέρος πάνω στον πλανήτη που να μην έχει επηρεαστεί λίγο ή πολύ απ' την κλιματική αλλαγή. Η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος και μαζί οι περιουσίες και οι ζωές των ανθρώπων, οδηγούν σε συρράξεις, μικρής ή μεγάλης εμβέλειας.

Είναι γνωστό το παράδειγμα, στη σύγχρονη εποχή, για την έναρξη του πολέμου στη Συρία, λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η χώρα ήταν κυρίως αγροτική, με σημαντική γεωργική παραγωγή, κατά τις δεκαετίες του 1970 έως το 1990. Αλλά χτυπήθηκε από τρεις μεγάλες περιόδους ξηρασίας από το 1980 και μετά. Η τελευταία διήρκησε από το 2006 έως το 2010 και σηματοδότησε τη χειρότερη περίοδο ξηρασίας των τελευταίων 900 ετών. Οχτακόσιες χιλιάδες άνθρωποι έχασαν το εισόδημά τους και το 85% των ζώων της κτηνοτροφικής παραγωγής χάθηκαν. Οι τιμές των τροφίμων, λόγω των αναγκαιών, για την επιβίωσή τους, εισαγωγών εκτοξεύθηκαν. Ενάμισι εκατομμύριο αγρότες κατευθύνθηκαν στις πόλεις προς αναζήτηση εργασίας, ενώ όσοι έμειναν πίσω για να καλλιεργήσουν τη γη έγιναν εύκολος στόχος των τρομοκρατικών οργανώσεων, κυρίως του Ισλαμικού Κράτους. Η κλιματική αλλαγή έγινε πολλαπλασιαστής της πολιτικής κρίσης, η οποία υπήρχε τότε στη Συρία κι έγινε ακόμα χειρότερη λόγω κάποιων λανθασμένων πολιτικών αποφάσεων σχετικά με το πετρέλαιο, το νερό και τα τρόφιμα. Όλα αυτά οδήγησαν στον γενικευμένο εμφύλιο της συγκεκριμένης χώρας με τις γνωστές συνέπειες, αν και πολλοί υποστηρίζουν το αντίθετο (Selby, Dahi, Fröhlich & Hulme, 2017).

Η σχέση μεταξύ πολέμου και κλιματικής αλλαγής είναι σχέση αίτιου και αποτελέσματος και αντίστροφα. Και ο πόλεμος επιβαρύνει την κλιματική αλλαγή. Δεν είναι μόνο ο πυρηνικός και ο χημικός πόλεμος, με τις γνωστές συνέπειες, που καταστρέφουν το περιβάλλον. Και ο συμβατικός προκαλεί ανεπανόρθωτη ζημιά. Η σημαντικότερη συνέπεια του πολέμου, οι απώλειες ανθρώπινων ζώων, δεν αποτελεί θέμα της παρούσης εργασίας και δε θα αναφερθούμε σε αυτό. Απ' τη χρήση εκρηκτικών όπλων δημιουργείται ρύπανση του αέρα και του εδάφους από τα συντρίμια, και είναι πιθανόν να προκληθούν ζημιές στη βιομηχανία, με τις γνωστές συνέπειες.

Εκτιμάται ότι το 1991 στον πόλεμο του Κόλπου, η φωτιά στις πλατφόρμες πετρελαίου συνεισέφερε περισσότερο από 2% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ορυκτών καυσίμων για εκείνο το έτος. Στις συνέπειές αυτού πρέπει να υπολογιστεί και η επιτάχυνση της τήξης του παγετώνα του Θιβέτ λόγω της αιθάλης που επικαθόταν στον πάγο (Al-Damkhi, 2007).

Ακόμα και σε καιρό ειρήνης η στρατιωτική βιομηχανία βλάπτει το περιβάλλον. Η ανάπτυξη και η συντήρηση στρατιωτικών δυνάμεων καταναλώνει τεράστιες ποσότητες φυσικών πόρων. Αυτό μπορεί να οφείλεται και στη στρατιωτική εκπαίδευση που περιλαμβάνει οχήματα, αεροσκάφη, πλοία κλπ. Όλα απαιτούν κατανάλωση πετρελαίου με εκπομπή τεραστίων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (Conflict and Environment Observatory, 2020).

Επιστήμη του Πολίτη

Η Επιστήμη του Πολίτη (Citizen Science) είναι ένας αναπτυσσόμενος επιστημονικός κλάδος, στον οποίο επιστήμονες και πολίτες συνεργάζονται για να παράγουν νέα γνώση για

την επιστήμη και για την κοινωνία. Ο όρος αναφέρεται στην ενεργητική ενασχόληση του κοινού με επιστημονικά ερευνητικά αντικείμενα (Vohland κ.ά., 2021).

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η επιστήμη ήταν αποκλειστική υπόθεση των ερευνητών. Τώρα όμως η επιστήμη και η έρευνα ανοίγουν προς τους πολίτες, δίνοντας τους τη δυνατότητα να συνεισφέρουν τόσο στη συλλογή δεδομένων με διάφορους τρόπους, όσο και στον ίδιο το σχεδιασμό της έρευνας.

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή δίνει τον ορισμό: «γενική συμμετοχή του κοινού σε δραστηριότητες επιστημονικής έρευνας όπου οι πολίτες συμβάλλουν ενεργά στην επιστήμη είτε με την πνευματική τους προσπάθεια, είτε με τη γνώση που περιβάλλει, είτε με τα εργαλεία και τους πόρους τους» (ECSA).

Αν και η συμμετοχή του κοινού στην επιστημονική ανακάλυψη μπορεί να χρονολογηθεί πριν από πολλούς αιώνες, ο Irwin το 1994 ήταν απ' τους πρώτους που χρησιμοποίησαν τον όρο Επιστήμη του Πολίτη (Citizen Science).

Τα έργα Επιστήμης του Πολίτη μπορούν να ταξινομηθούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Μια αρχική ταξινόμηση για αυτά τα έργα βασίστηκε στον τύπο της εθελοντικής συμμετοχής, χωρίζοντάς τα σε:

- Συμβολή, όπου οι συμμετέχοντες συμβάλλουν στη συλλογή δεδομένων και μερικές φορές βοηθούν στην ανάλυση των δεδομένων και στη διάδοση των αποτελεσμάτων.
- Συνεργατική, όπου οι πολίτες αναλύουν επίσης δείγματα, δεδομένα και μερικές φορές βοηθούν στο σχεδιασμό της μελέτης, στην ερμηνεία των δεδομένων, στην εξαγωγή συμπερασμάτων και στη διάδοση των αποτελεσμάτων.
- Συνδημιουργία, όπου οι πολίτες συμμετέχουν σε όλα τα στάδια του έργου, συμπεριλαμβανομένου του καθορισμού των ερωτήσεων, της ανάπτυξης των υποθέσεων, μέχρι τη συζήτηση των αποτελεσμάτων και την απάντηση σε νέες ερωτήσεις. (Bonney, 2009)

Τα έργα της Επιστήμης του πολίτη, μπορεί να έχουν

- Τοπικό χαρακτήρα, όπως για παράδειγμα η μελέτη ποιότητας του νερού σε μια μικρή πόλη, με σκοπό τη βελτίωσή της,
- Εθνικό χαρακτήρα, όπως για παράδειγμα η λεπτομερής καταγραφή δημογραφικών στοιχείων της αρκούδας σε μια χώρα
- Παγκόσμιο χαρακτήρα, τα οποία βασίζονται εξ ολοκλήρου στην τεχνολογία της πληροφορίας με όλη την εθελοντική αλληλεπίδραση να λαμβάνει χώρα on-line, όπως στο Galaxy Zoo, όπου οι εθελοντές βρίσκουν και ταξινομούν γαλαξίες.
- Εκπαιδευτικό χαρακτήρα που εκτελούνται συχνά στην τάξη ή στο σχολείο ως μέρος του προγράμματος σπουδών των φυσικών επιστημών, για παράδειγμα μια μελέτη παρακολούθησης πεταλούδων και σκίουρων (Follet & Strezov 2015)

Όταν η Επιστήμη του πολίτη εφαρμόζεται στην εκπαίδευση, η έμφαση τείνει να δοθεί στην προσέγγιση της μάθησης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας, παρά στη δημιουργία έγκυρων αποτελεσμάτων (Wiggins & Crowston 2011). Σε αυτή την περίπτωση προτιμούνται βραχυπρόθεσμα έργα και τα αποτελέσματά τους συνήθως επικοινωνούνται με ΤΠΕ.

Οι Bonney κ.ά. (2009b) στην εργασία τους «Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy» περιγράφουν ένα μοντέλο για την ανάπτυξη ενός έργου Επιστήμης των Πολιτών:

1. Επιλογή επιστημονικού ερωτήματος.
2. Σχηματισμός μιας επιστημονικής/ εκπαιδευτικής /τεχνολογικής / αξιολογητικής ομάδας.
3. Ανάπτυξη, δοκιμή και βελτίωση πρωτοκόλλων, τύπων δεδομένων και εκπαιδευτικού υλικού υποστήριξης.
4. Πρόσληψη- στρατολόγηση συμμετοχόντων.
5. Εκπαίδευση συμμετοχόντων.
6. Αποδοχή, επεξεργασία και παρουσίαση δεδομένων.
7. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.
8. Διάδοση και επικοινωνία των αποτελεσμάτων.
9. Μέτρηση των εξαγόμενων συμπερασμάτων.

Η αποτελεσματική έρευνα απαιτεί ακριβή ερωτήματα, τα οποία ενώ τυπικά θα πρέπει να θέτονται πριν ξεκινήσει η συλλογή δεδομένων στην Επιστήμη του Πολίτη τα δεδομένα συλλέγονται έχοντας μόνο τους γενικούς όρους .

Η απόκτηση και η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων, απαιτεί σχεδιασμό όχι μόνο της υποδομής διαχείρισής τους, αλλά και κατάλληλων μεθόδων διατήρησης των κινήτρων των εθελοντών. Οι άνθρωποι που συμμετέχουν εθελοντικά στις έρευνες της Επιστήμης του Πολίτη, αισθάνονται ότι συμβάλλουν σε ένα μεγαλύτερο αγαθό και λειτουργεί σε αυτούς ως κίνητρο η εκτίμηση και οι κοινωνικές ανταμοιβές μέσω της απόκτησης κύρους στην κοινότητα (Tauginienė 2020).

Πρόκληση για μια επιτυχημένη έρευνα αυτού του είδους αποτελεί η εκπαίδευση των εθελοντών και ο ποιοτικός έλεγχος και η διαχείριση των « προκαταλήψεων» στην παρατήρηση της ποικιλίας των παρατηρητών.

Τα δεδομένα που προκύπτουν από την CS είναι πλούσια σε πληροφορίες, παρουσιάζουν πολλές προκλήσεις στο σχεδιασμό, στην υλοποίηση και την ανάλυση έργων που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη εργαλείων συλλογής δεδομένων, που μεγιστοποιούν την ποσότητα διατηρώντας παράλληλα υψηλά πρότυπα ποιότητας και εφαρμογή νέων τεχνικών ανάλυσης και οπτικοποίησης, που μπορούν να αποκαλύψουν με ακρίβεια μοτίβα σε αυτά τα δεδομένα.(Hochachka κ.ά., 2012).

Τα έργα – έρευνες που πραγματοποιούνται από πολίτες μπορούν να καλύπτουν μεγάλες χωρικές εκτάσεις και για πολλά χρόνια και όλες τις εποχές. Για παράδειγμα το eBird, μια διαδικτυακή βάση δεδομένων για παρατηρήσεις πουλιών που παρέχει σε επιστήμονες, ερευνητές και ερασιτέχνες φυσιοδίφες δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατανομή και την αφθονία των πτηνών.

Επιστήμη του πολίτη με ερευνητές μαθητές

Πολλοί εκπαιδευτικοί αναρωτιούνται πως μπορούν να χρησιμοποιήσουν την Επιστήμη του Πολίτη, ώστε να δώσουν στους μαθητές τους μια γεύση από την επιστημονική έρευνα στο σχολείο. Με ποιο τρόπο η συγκεκριμένη μέθοδος θα καταφέρει να κινητοποιήσει τους μαθητές, ώστε με τη σειρά τους να ευαισθητοποιήσουν την τοπική κοινωνία, ώστε να

ενεργοποιηθεί? Και πως θα εκτιμηθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα ενός τέτοιου εγχειρήματος?

Η Επιστήμη του Πολίτη είναι μια αμφίδρομη διαδικασία, στην οποία και οι επιστήμονες παίρνουν τα δεδομένα που χρειάζονται για την επιστημονική τους έρευνα, αλλά και οι εθελοντές – συμμετέχοντες που συλλέγουν τα δεδομένα, παίρνουν την ικανοποίηση ότι συμβάλλουν στην πρόοδο της επιστημονικής έρευνας και συνεισφέρουν στην επέκταση της επιστημονικής γνώσης (Bonney, 1996).

Οι Kloetzer κ.ά. (2021) διακρίνουν 6 διαφορετικούς τρόπους-τόπους, με τους οποίους συντελείται η μάθηση μέσω της Επιστήμης του Πολίτη, καθένας απ' τους οποίους καθορίζει και την πολυπλοκότητα του αντίστοιχου πεδίου:

- Στην τυπική εκπαίδευση (σχολεία, πανεπιστήμια)
- Στην εξωσχολική εκπαίδευση (επιστημονικούς και περιβαλλοντικούς ομίλους)
- Στις τοπικές ή στις παγκόσμιες κοινότητες (τοπικοί ή διεθνείς σύλλογοι, σωματεία ακτιβιστών, διαδικτυακές κοινότητες)
- Στην οικογένεια (μέσω της οικογένειας)
- Στα μουσεία (κάθε είδους: επιστημονικά, τέχνης, ζωολογικοί κήποι)
- Στο διαδίκτυο (διαδικτυακή Επιστήμη των Πολιτών)

Διάφορες μεταβλητές επηρεάζουν την ενσωμάτωση ενός project της Επιστήμης του Πολίτη στην τυπική εκπαίδευση, αυξάνοντας την πολυπλοκότητά της. Κάποιες απ' αυτές είναι η ενεργοποίηση των μαθητών, η δέσμευση των εκπαιδευτικών, η οποία μπορεί να μην είναι πολύ ισχυρή, ειδικά στην περίπτωση που ο εκπαιδευτικός δε διαθέτει αυτοπεποίθηση για το γνωστικό αντικείμενο της έρευνας, ο συσχετισμός με το αναλυτικό πρόγραμμα και η ισορροπία ανάμεσα στα εκπαιδευτικά και επιστημονικά αποτελέσματα, ώστε να υπάρχει μια επιτυχημένη συνεργασία.

Την παρακάτω εικόνα συναντάμε στο βιβλίο *The Science of Citizen Science* (Vohland κ.ά., 2021, σελ. 286) και δείχνει ξεκάθαρα τις 6 περιοχές που χωρίζεται το πεδίο μάθησης στα πλαίσια της Επιστήμης του Πολίτη.



Εικόνα 3. Χαρτογραφώντας το πεδίο μάθησης στην Επιστήμη του Πολίτη σε 6 περιοχές από το *The Science of Citizen Science* (Vohland κ.ά., 2021, σελ. 286)

Η Επιστήμη του Πολίτη εφαρμόζεται πολλά χρόνια στο σχολείο με μαθητές. Μόνο για τα 2 τελευταία έτη 2020-2021 είχαμε δεκάδες εφαρμογές της μεθόδου, παρά τα περιοριστικά μέτρα. Άλλες είχαν πραγματοποιηθεί νωρίτερα και τα αποτελέσματά τους δημοσιεύθηκαν μέσα στη διατήρηση και άλλες προσαρμόστηκαν στα υγειονομικά πρωτόκολλα.

Για παράδειγμα σε ένα γεωπονικό σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο Κουίνσλαντ της Αυστραλίας, για να μπορέσει να διευκολυνθεί η διαδικτυακή εκπαιδευτική διαδικασία κατά τη διάρκεια της πανδημίας του κορονοϊού (Covid-19), σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε το έργο "Grass Gazers" ως συνεργασία μεταξύ του σχολείου και της Ερευνητικής Ομάδας Αλλεργίας του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου του Κουίνσλαντ (QUT ARG). Το έργο ούτως ή άλλως ήταν σχεδιασμένο να πραγματοποιηθεί ως μια μεγάλη έρευνα στα πλαίσια της Επιστήμης του Πολίτη ως μελέτη πεδίου, όταν ανακοινώθηκαν τα μέτρα κοινωνικής απομόνωσης για την αντιμετώπιση της πανδημίας και ενώ στην αρχή πήγε να αναβληθεί, τελικά πραγματοποιήθηκε σε μικρότερη κλίμακα βέβαια λόγω των πολλών περιορισμών, όπως ο περιορισμένος χρόνος, οι ανησυχίες για την υγεία και την ασφάλεια των παιδιών, η μη πρόσβαση όλων των μαθητών σε ηλεκτρονικές συσκευές και το διαδίκτυο κ.α.

Ο σχεδιασμός του έργου ήταν ως εξής: Το πρόγραμμα στα πλαίσια της Επιστήμης του Πολίτη "Grass Gazers" σχεδιάστηκε για να εντοπίσει γεωγραφικά, να χαρακτηρίσει και να δείξει την ανθοφορία των χόρτων γύρω από τα σπίτια των μαθητών. Πριν ξεκινήσουν οι μαθητές να αναλάβουν την πρακτική δραστηριότητα, μελέτησαν στα διαδικτυακά τους μαθήματα, σχετικά με το έργο και πληροφορίες ασφάλειας, καθώς και οδηγίες σχετικά με τον τρόπο ανάληψης της συλλογής δεδομένων. Το έργο απαιτούσε από τους μαθητές να

κοιτάζουν έξω από το νοικοκυριό τους ή γύρω από την τοπική τους γειτονιά, υπό επίβλεψη, και να εντοπίσουν και να χαρακτηρίσουν ανθισμένα είδη χόρτου χρησιμοποιώντας μια ηλεκτρονική πλατφόρμα συλλογής δεδομένων, EpiCollect5. Αυτή η πλατφόρμα CS (Citizen Science) είναι δωρεάν στο διαδίκτυο για χρήση σε εφαρμογές για κινητές συσκευές. Διαχειριστής είναι το Oxford Big Data Institute. Αυτή η πλατφόρμα επιτρέπει στους διαχειριστές έργων να δημιουργούν φόρμες (έρευνα) για τη συλλογή απεριόριστου όγκου δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων GPS και πολυμέσων, από τους χρήστες. Ολόκληρο το σύνολο δεδομένων μπορεί να προβληθεί online (είτε δημόσια είτε σε κρυφή λειτουργία) μέσω χαρτών ή πινάκων και τα δεδομένα μπορούν να εξαχθούν σε διαφορετικές μορφές.



Εικόνα 4. Grass Gazers: χρήση της CS ως εργαλείο στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στα πλαίσια της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. (Van Haeften, S., Milic, A., Addison-Smith, B, Butcher, C., & Davies, JM. (2021). Σελ.3491)

Στο Λονδίνο 258 παιδιά, ηλικίας 7-11, από 5 διαφορετικά δημοτικά σχολεία του κέντρου, συμμετείχαν σε έρευνα για την ατμοσφαιρική ρύπανση, την οποία μέτρησαν για μια εβδομάδα, χρησιμοποιώντας σακίδια πλάτης με ενσωματωμένους αισθητήρες ποιότητας αέρα. Και σε αυτή την περίπτωση, πριν την έρευνα οι μαθητές είχαν παρακολουθήσει εκπαιδευτικές συνεδρίες για το θέμα. Μετά την πρώτη εβδομάδα έλαβαν μια περίληψη των αποτελεσμάτων, καθώς και πληροφορίες και συμβουλές, σχετικά με τον τρόπο μείωσης της έκθεσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε μεταξύ Μαρτίου και Ιουλίου του 2019.



Εικόνα 5. Σακίδιο πλάτης - Αισθητήρας ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Στην Ισπανία, 122 δεκαεξάχρονοι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στο πλαίσιο ενός προγράμματος μελέτης της βιοποικιλότητας της περιοχής τους, συμμετείχαν σε

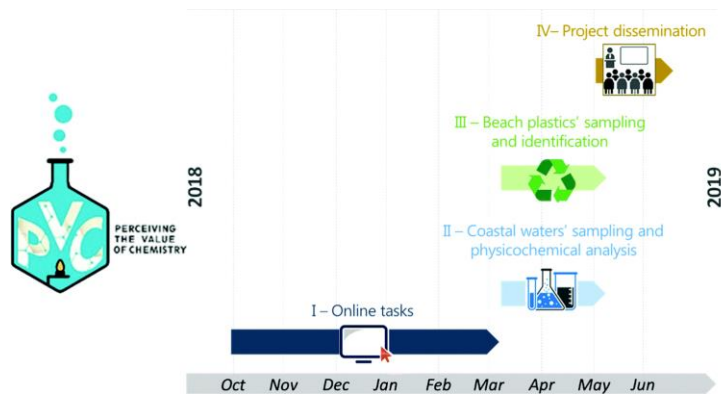
υπαίθριες δραστηριότητες, όπου κατέγραψαν 32 είδη φυτών με τη βοήθεια της εφαρμογής για κινητά iNaturalist. Τα παιδιά τη βρήκαν ιδιαίτερος χρήσιμη, κάτι που οφείλεται στο μεγάλο όγκο δεδομένων του crowdsourcing, της αλληλεπίδρασης και της διασύνδεσης μεταξύ των χρηστών, της ευκολίας χρήσης, της ενσωμάτωσης πληροφοριών και της συμβατότητας της εφαρμογής με κινητά διαφορετικών λογισμικών. Στη συνέχεια δημιούργησαν ένα εικονικό φυτό.

Πρόκειται για μια διετή μελέτη (ξεκίνησε το 2018) και η συλλογή δεδομένων αφορούσε την καταγραφή της ποικιλίας των φυτών σε μια στενή φυσική περιοχή, που περιβάλλει το σχολείο τους.



Εικόνα 6. Παγκόσμια άποψη της εμπειρίας του έργου Basaula: (1) Προγραμματισμός, (2) εργασία στην τάξη, (3) εργαλεία διδασκαλίας/ εκμάθησης για την αξιολόγηση, (4) Φιγούρα που δημιουργήθηκε με το BioRender.com.

Στην Πορτογαλία, κατά τη διάρκεια ολόκληρου του σχολικού έτους 2018-2019, 442 μαθητές Γυμνασίου (ηλικίας 12-14 ετών) και 9 καθηγητές Χημείας, συμμετείχαν σε ένα έργο Επιστήμης του Πολίτη με το όνομα PVC: Perceiving the Value of Chemistry, το οποίο είχε ως στόχο να εμπλέξει τους μαθητές στην παρακολούθηση των φυσικοχημικών παραμέτρων της ποιότητας των παράκτιων υδάτων, μέσω της ανίχνευσης μικροπλαστικών σε αυτά τα νερά, εκτός από την ποιοτική αναγνώριση πλαστικών ρύπων στις παραλίες. Τα δεδομένα για τα μαθησιακά αποτελέσματα συλλέχθηκαν μέσω διαγνωστικών τεστ, τα οποία εφαρμόστηκαν μετά την ολοκλήρωση του έργου και στη συνέχεια συγκρίθηκαν με δεδομένα που συλλέχθηκαν έως και έξι μήνες αργότερα (δοκιμή διατήρησης). Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με τους συμμετέχοντες και οι σημειώσεις των ερευνητών καταγράφηκαν και αναλύθηκαν. Η ανάλυση δεδομένων δείχνει ότι το έργο PVC προώθησε την εννοιολογική μάθηση χημείας που σχετίζεται με την ανάλυση των φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού (pH, θερμοκρασία, θολότητα, σκληρότητα, συγκεντρώσεις νιτρικών και νιτροδών και διαλυμένο οξυγόνο), καθώς και πολυμερών (τύποι πολυμερών, σχηματισμός και δομή).

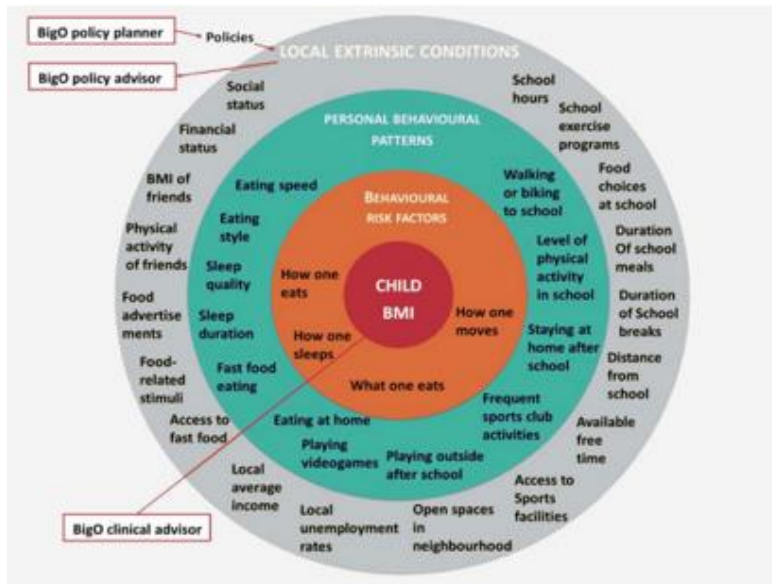


Εικόνα 7. Φάσεις και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου PVC

Στην Ουαλία (85+95) 180 μαθητές από 2 σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, έλαβαν μέρος σε πρόγραμμα της Επιστήμης του Πολίτη με θέμα τη Χημεία της κλιματικής αλλαγής και τις εκπομπές άνθρακα, που σχετίζονται με καθημερινές δραστηριότητες των ίδιων των μαθητών. Η έρευνα έγινε με τη μέθοδο της ψηφιακής αφήγησης, μέσα από διάφορα εργαστήρια, που άλλα αφορούσαν την εκπαίδευση των μαθητών σε θέματα Χημείας και άλλα στην εξοικείωση τους στη ψηφιακή μυθοπλασία και αφήγηση στο πρόγραμμα Twine (twinery.org). Στο τέλος τους ζητήθηκε να φτιάξουν τη δική τους ψηφιακή αφήγηση, αναπτύσσοντας τις ιδέες τους πάνω στην κλιματική αλλαγή.

Στην Ελλάδα, δυστυχώς πολύ λίγες εργασίες σχετικά με την Επιστήμη του Πολίτη έχουν πραγματοποιηθεί. Μία απ' αυτές είναι η Διπλωματική Εργασία του κυρίου Κολιόπουλου Φοίβου στη Θεσσαλονίκη το 2020, με τίτλο «Συμμετοχική σχεδίαση για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών στο πλαίσιο της επιστήμης των πολιτών». Η συγκεκριμένη εργασία ακολούθησε αυτήν της κυρίας Φραγγίδου Δήμητρας στη Θεσσαλονίκη το 2019, με θέμα «Σχεδιασμός, εφαρμογή και σύγκριση εκπαιδευτικών δράσεων με χρήση φορητής εφαρμογής, στο πλαίσιο της Επιστήμης των Πολιτών, για την καταπολέμηση της παιδικής παχυσαρκίας» με επιβλέποντα καθηγητή και οι 2 τον κ. Αναστάσιο Ντελόπουλο (Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, ΑΠΘ).

Στην εργασία του 2020 14 παιδιά, ηλικίας από 13 έως 17, ιδιωτικών εκπαιδευτηρίων, συμμετείχαν σε μια έρευνα για την παιδική παχυσαρκία και εργάστηκαν συμμετοχικά για τη βελτίωση μιας ήδη υπάρχουσας σχετικής εφαρμογής της BigO (Big data against childhood Obesity), έργο που συγχρηματοδοτείται από την Ε.Ε. μέσω του πλαισίου Horizon 2020, και συμμετέχουν σε αυτό δεκατρείς φορείς (Πανεπιστημιακά Τμήματα, Δημόσια και Ιδιωτικά Σχολεία, Κλινικές και εταιρείες που σχετίζονται με την υλικοτεχνική υποδομή) από πέντε χώρες της Ευρώπης (Ελλάδα, Σουηδία, Ισπανία, Ολλανδία και Ιρλανδία). Βασικός στόχος είναι η εθελοντική συλλογή δεδομένων από παιδιά και εφήβους που αφορούν τη σωματική τους δραστηριότητα (χρόνος κίνησης, συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες), τις διατροφικές τους συνήθειες (φωτογραφίες των γευμάτων τους) και τα σχετικά περιβαλλοντικά ερεθίσματα (φωτογραφίες διαφημίσεων φαγητού στις περιοχές που δραστηριοποιούνται), ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τη διασύνδεση της παιδικής παχυσαρκίας με τη συμπεριφορά, τις διατροφικές συνήθειες, αλλά και τους τοπικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν από χώρα σε χώρα.



Εικόνα 8. Το μοντέλο που προτείνει η έρευνα BigO για την πρόληψη της παιδικής παχυσαρκίας (εγχειρίδιο χρήσης της εφαρμογής 2018)

Είναι πολύ δύσκολο να μετρήσει κανείς τα ατομικά μαθησιακά αποτελέσματα ενός Citizen Science project, αφού αναλύονται σε γνωστικές, συναισθηματικές και συμπεριφορικές συνιστώσες, οι περισσότερες από τις οποίες προσεγγίζουν τις αξίες που καλλιεργούνται κατά τη διδακτική των Μαθηματικών, οι οποίες σύμφωνα με τον Bishop (2009) είναι οι εξής:

- Ορθολογισμός (rationalism, έμφαση στην ανάπτυξη συλλογισμών και επιχειρημάτων, διατύπωση συμπερασμάτων)
- Αντικειμενισμός (objectism, ενθάρρυνση των μαθητών να επινοούν τα δικά τους σύμβολα για να αναπαραστήσουν τη σκέψη τους ή να χρησιμοποιούν με ευελιξία διαφορετικά εργαλεία π.χ. χειραπτικά, τεχνολογικά)
- Έλεγχος (control, ευκαιρίες για δικαιολόγηση της λανθασμένης απάντησης, εφαρμογή των μαθηματικών στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής)
- Πρόοδος (progress, αναζήτηση εναλλακτικών στρατηγικών, διατύπωση γενικεύσεων)
- Ανοικτότητα (openness, ενθάρρυνση για την υπεράσπιση μιας ιδέας στην τάξη, συζήτηση όλων των λύσεων των παιδιών)
- Μυστήριο (mystery, ιστορία μαθηματικών, παιχνίδια)

Στο πώς, τι και με ποιους περιορισμούς μαθαίνουν οι δημιουργοί τέτοιων έργων, αλλά και οι συμμετέχοντες, στην παρούσα εργασία η εκπαιδευτικός και οι μαθητές που συμμετέχουν αντίστοιχα, αναφέρονται οι Kloetzer κ.ά. (2021, σελ. 300).

Για τους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες-δημιουργοί των έργων μαθαίνουν αναφέρουν ότι μοιράζονται και συζητούν ανάγκες και εμπειρίες με συναδέλφους τους, θέτουν ζητήματα στο κοινό, σχεδιάζουν και βελτιώνουν το πρότζεκτ και τα εκπαιδευτικά εργαλεία τους, αναλύουν τα ευρήματα των εθελοντών-συμμετεχόντων και κάποιες φορές μαθαίνουν από αυτά, συζητούν με τους εθελοντές, με άλλους επιστήμονες, αλλά και με τον κοινωνικό περίγυρο και να διαμορφώνουν άποψη και να παίρνουν θέση για ζητήματα που αφορούν την κοινωνία.

Οι τρόποι με τους οποίους οι εθελοντές μαθαίνουν είναι συμμετέχοντας στο έργο και αλληλεπιδρώντας με τους άλλους (επιστήμονες αλλά και άλλους εθελοντές), χρησιμοποιώντας εξωτερικές πηγές, χρησιμοποιώντας την επιστημονική τεκμηρίωση του κάθε έργου και μοιραζόμενοι τις προσωπικές τους ανακαλύψεις-δημιουργίες με τους άλλους.

Τι μαθαίνουν οι επιστήμονες, πέρα απ' το καθαρά ερευνητικό κομμάτι; Την επικοινωνία με την κοινωνία και εξάσκηση, τις διεπιστημονικές συνεργασίες, την διοίκηση της κοινότητας (community management), ενεργοποιούνται και λαμβάνουν θέση σε ζητήματα που αφορούν την κοινωνία και τέλος ζητήματα της Επιστήμης του Πολίτη και ηθική γύρω απ' αυτά.

Οι συμμετέχοντες έχουν περισσότερα οφέλη: Μαθαίνουν πώς λειτουργεί ένα ερευνητικό έργο, αποκτούν δεξιότητες, όπως να αναγνωρίζουν συγκεκριμένα μοτίβα, μαθαίνουν περισσότερα για το θέμα πάνω στο οποίο εργάζονται, αλλά και γύρω απ' αυτό και γενικά αναπτύσσονται και εξελίσσονται προσωπικά μέσα απ' όλο αυτό.

Το ζήτημα βέβαια είναι το πώς θα αξιολογηθεί όλο αυτό και σε ποιο βαθμό επιτεύχθηκαν οι στόχοι μας. Οι Klemen-Finan κ.ά. (2018) αναφέρονται σε 5 μαθησιακά αποτελέσματα που είναι πολύ σημαντικά για την Επιστήμη του Πολίτη: ενδιαφέρον, αυτοαποτελεσματικότητα, κίνητρο, συμπεριφορά και στάσεις. Αναζητούμε λοιπόν εργαλείο για την εργασία μας, που να μπορεί να ελέγξει αν η παρέμβαση που θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της διεπιστημονικότητας και της Επιστήμης του Πολίτη θα βοηθήσει τους μαθητές όχι μόνο να αποκτήσουν γνώση πάνω στην έννοια της θερμοκρασίας, αλλά αν θα αυξηθεί το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη και αν θα αλλάξουν στάση απέναντι στο ζήτημα.

Οι Phillips κ.ά. (2014, σελ 10) έχουν αναπτύξει ένα εργαλείο για το Cornell Lab of Ornithology το οποίο, αν και στην αρχή δεν κατασκευάστηκε για παιδιά, πολλές φορές έχει προσαρμοστεί για μαθητές. Αναφέρουν τις ακόλουθες έξι κατηγορίες μαθησιακών αποτελεσμάτων:

1. Ενδιαφέρον για την Επιστήμη και το περιβάλλον
2. Αυτοαποτελεσματικότητα
3. Κίνητρα
4. Γνώση της φύσης της Επιστήμης
5. Δεξιότητες διερεύνησης και
6. Συμπεριφορά και διαχείριση

Ως ενδιαφέρον για την Επιστήμη και το περιβάλλον ορίζουν την επιδίωξη επιστημονικών και περιβαλλοντικών θεμάτων, σταδιοδρομιών, δραστηριοτήτων και ζητημάτων. Το ενδιαφέρον για την Επιστήμη περιλαμβάνει την εμπειρία του ενθουσιασμού, του ενδιαφέροντος και του κινήτρου για μάθηση των φαινομένων στον φυσικό κόσμο και τον κόσμο των φυσικών επιστημών. Η αυτοαποτελεσματικότητα είναι ο βαθμός στον οποίο ένας εκπαιδευόμενος/νη έχει εμπιστοσύνη στις ικανότητές του/της να συμμετέχει στην Επιστήμη. Το κίνητρο είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται γενικά στη στην Επιστήμη του Πολίτη. Σύμφωνα με τους Phillips κ.ά. (2014) κίνητρο είναι να επιδιώξουμε επιστημονικούς και περιβαλλοντικούς στόχους, όπως STEM projects και έργα της Επιστήμης του Πολίτη. Ως γνώση της φύσης της Επιστήμης, ορίζει την κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας και του τρόπου με τον οποίο διεξάγεται η Επιστήμη από ερευνητές.

Οι δεξιότητες διερεύνησης (skills of inquiry) συνδέονται με το προηγούμενο. Και στο πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη ορίζονται ως διαδικαστικές δεξιότητες, όπως η υποβολή

ερωτήσεων, ο σχεδιασμός μελετών, η συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων και η κριτική σκέψη.

Η τελευταία κατηγορία μαθησιακών αποτελεσμάτων, που αφορά τη συμπεριφορά και διαχείριση (Behavior & Stewardship) επικεντρώνεται στην αλλαγή στη συμπεριφορά. Αυτό είναι ένα απ' τα ζητούμενα αποτελέσματα σε μορφή δράσης καθώς μελετάς το εξεταζόμενο πεδίο, αλλά γενικεύεις σε μεγαλύτερη κλίμακα ταυτόχρονα.

Στάσεις – Περιβαλλοντική Στάση – Οικολογική Συμπεριφορά

Μια κατηγορία μαθησιακών αποτελεσμάτων που δεν αναφέρθηκε παραπάνω, γιατί μάλλον θεωρείται μέρος άλλης κατηγορίας είναι η ο παράγοντας Στάσεις-Αντιλήψεις και η πιθανή αλλαγή τους. Ο Friedman (2008) αναφέρει τα ακόλουθα: «ο όρος στάση είναι η μετρήσιμη επίδειξη αξιολόγησης, αλλαγής ή συμπεριφοράς απέναντι σε συγκεκριμένο επιστημονικό θέμα, έννοια, φαινόμενο ή θεωρία» (σελ.21).

Οι Φεσάκης και Καρακίτσα (2011) αναφέρουν «Ως «στάση» (attitude) εννοείται η γενική αξιολόγηση ή το αίσθημα ευμενούς ή δυσμενούς διάθεσης ενός προσώπου απέναντι σε κάποιο πρόσωπο ή αντικείμενο γενικά» (σελ.75).

Η συμπεριφορά του ατόμου επηρεάζεται απ' αυτές τις βαθύτερες πεποιθήσεις του, που συνδέονται με συναισθήματα, για κάποιο ζήτημα. Συναισθήματα θετικής ή αρνητικής αντίληψης, αποδοχής ή όχι κλπ). Αυτές οι στάσεις και ειδικότερα των μαθητών επηρεάζονται τόσο από την οικογένεια, όσο και απ' το σχολείο (Γκούσια-Ρίζου & Σδράλη, 2014).

Οι Eagly και Chaiken στο βιβλίο τους “The psychology of attitudes” έδωσαν τον ορισμό της στάσης, ως μια ψυχολογική τάση, που εκφράζεται αξιολογώντας μία συγκεκριμένη οντότητα σε βαθμούς εύνοιας ή μη εύνοιας (Eagly & Chaiken, 1995). Αυτός ο ορισμός της στάσης σύμφωνα με τις δύο συγγραφείς, οδηγεί αμέσως στο συμπέρασμα ότι η δυναμική της στάσης αποτελεί δομικό παράγοντα για τις πράξεις και την συμπεριφορά του ατόμου.

Η βασικότερη συνέπεια της δυναμικής της στάσης, είναι η αντίσταση στην αλλαγή. Σαν αρχή φαίνεται σχετικά απλή, αλλά πολλές φορές καμουφλάρεται πίσω από ένα σωρό μηχανισμών με τους οποίους οι άνθρωποι αντιστέκονται στην αλλαγή. Αν και αρκετά συχνά υπάρχει προδιάθεση για θετική ή αρνητική αντίδραση προς κάποιο αντικείμενο, τελικά μόνο όταν το άτομο έρθει σε επαφή μαζί του, αναπτύσσει τη στάση του προς αυτό, αξιολογώντας το ή σε συναισθηματική ή σε συμπεριφορική βάση.

Οι στάσεις αποτελούν μια λανθάνουσα δομή κι έτσι δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα, αλλά συμπεραίνονται απ' τις διάφορες απαντήσεις και τις συμπεριφορές του ανθρώπου. Ειδικά οι μελέτες που αφορούν περιβαλλοντικές στάσεις, για να τις καταστήσουν μετρήσιμες, χρησιμοποιούν μεθόδους αυτοαναφοράς, δηλαδή συνεντεύξεις και ερωτηματολόγια (Milfont & Duckitt, 2010).

Περιβαλλοντική στάση (environmental attitude) είναι το σύνολο των πεποιθήσεων, των συναισθηματικών αντιδράσεων, των προθέσεων και των συμπεριφορών και πηγάζει από τις ηθικές και κοινωνικές αξίες του ατόμου (Halkos & Matsiori, 2017). Η γνώση της στάσης βοηθά στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς.

Οι Kaiser, Wölfling και Fuhrer (1999) με την εργασία τους “Enviromental Attitude and Ecological Behaviour” εδραιώνουν την περιβαλλοντική στάση ως ισχυρό εργαλείο

πρόγνωσης της οικολογικής συμπεριφοράς. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί ότι στις πολλές Επιστήμες που προσεγγίζουν το θέμα της κλιματικής αλλαγής, προστίθεται και η Επιστήμη της Ψυχολογίας, αφού όλα αυτά τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα, επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ζουν οι άνθρωποι (Kaiser κ.ά, 1999).

Υπάρχουν δύο τύποι περιβαλλοντικής στάσης: Η στάση απέναντι στο περιβάλλον και η στάση απέναντι στην οικολογική συμπεριφορά. Η πρώτη αφορά το ίδιο το περιβάλλον ή πτυχές αυτού, για παράδειγμα την ποιότητα του αέρα και η άλλη αφορά το πώς βλέπει ο κάθε άνθρωπος οικολογικές συμπεριφορές, όπως την ανακύκλωση κλπ (Kaiser κ.ά., 1999). Η στάση απέναντι στο περιβάλλον κάποιες φορές αναφέρεται ως περιβαλλοντικό ενδιαφέρον (environmental concern), δηλαδή το συναίσθημα (για παράδειγμα το συναίσθημα της ανησυχίας), που σχετίζεται με τα πιστεύω του κάθε ανθρώπου για τα περιβαλλοντικά ζητήματα (Schultz, Shriver, Tabanico & Khazian, 2004). Η διαδρομή του περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος μέχρι να μετασχηματιστεί σε οικολογική συμπεριφορά περνάει από τις αρχές του κάθε ατόμου, την κοσμοθεωρία του (δηλαδή τις πεποιθήσεις του κάθε ατόμου για τη σχέση του ανθρώπου με τη φύση), την αντίληψη του δυσμενών συνεπειών σε αντικείμενα αξίας από μία οικολογική καταστροφή, την αντιληπτική ικανότητα που μπορεί να διαθέτει, ώστε να μειώσει την απειλή και βέβαια από τις αρχές του, δηλαδή τους προσωπικούς του κανόνες συμπεριφοράς ως προς το περιβάλλον (Schultz κ.ά., 2004).

Οι αξίες που σχετίζονται με την οικολογική συμπεριφορά χωρίζονται απ' τους Stern και Dietz (1994) σε τρεις κατηγορίες: εγωιστικές, αλτρουϊστικές και βιοσφαιρικές. Οι εγωιστικές είναι εκείνες που ωθούν τον άνθρωπο να προστατέψει το περιβάλλον, γιατί τον επηρεάζει άμεσα, αφού υπολογίζει το οικονομικό κόστος των περιβαλλοντικών ζητημάτων ως υψηλό. Στην ομάδα των αλτρουϊστικών αξιών ανήκει αυτή η επιθυμία να προστατέψει τους άλλους και να αποτρέψει τυχόν συνέπειες, όχι μόνο για τον εαυτό του, αλλά και την κοινότητα, το έθνος ή ακόμα και την ανθρωπότητα. Και τέλος οι βιοσφαιρικές, που αφορούν την προστασία των οικοσυστημάτων και της βιόσφαιρας (Stern & Dietz, 1994).

Στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής παρατηρείται ότι υπάρχει ένα χάσμα ανάμεσα στη στάση και τη συμπεριφορά του ανθρώπου. Ενώ υπάρχει ευαισθητοποίηση συνεχώς αυξανόμενη και θετική στάση μέχρι στιγμής αυτά δεν μεταφράζονται σε αλλαγή συμπεριφοράς (Venghaus, Henseleit & Belko, 2022)

Η αλλαγή στάσης λόγω της ευαισθητοποίησης του κοινού μπορεί να διοχετευθεί με 2 τρόπους: Είτε θετικά, δηλαδή οι πληροφορίες να οδηγήσουν σε θετική ενίσχυση και να επιβεβαιωθούν θετικές συμπεριφορές είτε δυσμενώς, με τη μορφή διαμαρτυρίας. Η συμπεριφορά των παιδιών δεν απέχει πολύ από τη συμπεριφορά του γενικού πληθυσμού.

Οι Venghaus κ.ά (2022) στην έρευνα που πραγματοποίησαν στη Γερμανία υποστηρίζουν ότι ο κόσμος στην πλειοψηφία του πιστεύει ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη/κλιματική αλλαγή είναι η μεγαλύτερη περιβαλλοντική ανησυχία και θεωρεί ότι πρέπει να γίνει κάτι επείγοντος. Στηρίζει κάθε πολιτική και κοινωνική προσπάθεια, αλλά δεν προτίθεται να πληρώσει περισσότερα για να μετακινηθεί είτε με το αυτοκίνητο για τη δουλειά του, είτε αεροπορικά κλπ. Δεν προτίθεται επίσης να αλλάξει καταναλωτικές και διατροφικές συνήθειες, να χαμηλώσει κατά κάποιο τρόπο το βιοτικό του επίπεδο για να ωφεληθεί το περιβάλλον.

ΕΡΕΥΝΑ

Σκοπός

Στο ελληνικό σχολείο δεν υπάρχει μάθημα για το περιβάλλον. Θα πρέπει ο εκπαιδευτικός που θα αποφασίσει να ασχοληθεί με αυτό, να το εντάξει σε κάποιο απ' τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών, ή να αναλάβει κάποιο πρόγραμμα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, εκτός του ωρολογίου προγράμματος. Το αν κάποιος/α εκπαιδευτικός, επιλέξει να ασχοληθεί τελικά είναι συνισταμένη πολλών παραγόντων. Πρώτα απ' όλα θα πρέπει ο/η ίδιος/ίδια να έχει την ασφάλεια ότι γνωρίζει τόσο το ίδιο το θέμα σε βάθος, όσο και τον τρόπο να το διοχετεύσει στα παιδιά. Δεύτερον θα πρέπει ο ίδιος/ίδια να διακατέχεται από θετικά συναισθήματα (να παρουσιάζει θετική στάση) απέναντι στο περιβάλλον και τρίτον θα πρέπει τα παιδιά να είναι θετικά ως προς το να δεχτούν, αυτά που θα τους παρουσιάσει και θα τους διδάξει ο/η εκπαιδευτικός.

Η συγκεκριμένη παρέμβαση, που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας και περιγράφεται παρακάτω, σκοπεύει όχι μόνο στην εννοιολογική αλλαγή στην έννοια της θερμοκρασίας, αλλά και στην ενίσχυση της σύνδεσης των μαθητών/τριών με τη φύση μέσω του πλαισίου της Επιστήμης του Πολίτη.

Το ευρύτερο πλαίσιο έχει να κάνει και με τη χρονική συγκυρία, στην οποία βασικό περιβαλλοντικό ζήτημα αποτελεί η κλιματική αλλαγή, αλλά ταυτόχρονα έχει να κάνει και με τις αλληλεπιδράσεις του/της μαθητή/τριας με τους/τις άλλους/άλλες συμμαθητές/τριες, το εκπαιδευτικό προσωπικό και τη διοίκηση του σχολείου, το οικογενειακό περιβάλλον, την τοπική κοινωνία, την ευρύτερη κοινωνία και τελικά ολόκληρο τον κόσμο, μέσω της Τεχνολογίας.

Όλα αυτά δε θα μπορούσαν να συμβούν στα στενά όρια της κάθε Επιστήμης ξεχωριστά. Η διεπιστημονικότητα είναι ο κοινός παρονομαστής όλων των παραπάνω. Το σύνολο των Φυσικών Επιστημών, η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωλογία κ.ά., είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα Μαθηματικά, αφού τα Μαθηματικά είναι εκείνα που μετατρέπουν τις πληροφορίες που δεχόμαστε απ' τη φύση σε αριθμούς και τελικά δεδομένα.

Ερευνητικά Ερωτήματα

Σε εποχές που οι κοινωνίες γίνονται ολοένα και πιο τεχνολογικές, το σχολείο οφείλει να εκπαιδεύσει τους μαθητές του, να μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με επιστημονικά ζητήματα, που επηρεάζουν την προσωπική ζωή τους, την ευημερία των κοινοτήτων τους και εθνικά ζητήματα, όπως είναι η υγειονομική περίθαλψη και η ενεργειακή πολιτική.

Η σχέση ανάμεσα στην Επιστήμη του Πολίτη και τις θετικές επιστήμες είναι ολοφάνερη τόσο στη θεματολογία, όσο και στις μεθόδους. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί ως μέθοδος στη διδακτική αυτών; Με ποιον τρόπο μπορεί η Επιστήμη του Πολίτη να ενισχύσει τη διδασκαλία των θετικών επιστημών και ποια τα πιθανά επιστημονικά και διδακτικά της αποτελέσματα;

Μπορούν οι μαθητές των πρώτων τάξεων ενός Λυκείου, που βρίσκεται σε μη αστικό περιβάλλον, να συμμετέχουν σε ένα τέτοιο έργο ως Ενεργοί Πολίτες; Ποια τα προφίλ των

μαθητών που θα εμπλακούν εθελοντικά σε αυτό; Ποια κίνητρα θα χρησιμοποιηθούν και ποια τα οφέλη που θα αποκομίσουν οι ίδιοι από αυτή τη συμμετοχή τους;

Οι μαθητές θα εργαστούν ως μικροί ερευνητές, τόσο κατά τη συλλογή των δεδομένων όσο και στην ανάλυσή και την ερμηνεία τους. Μπορεί η επιστημονική εργασία να συμβάλλει στη συνεργατική και ανακαλυπτική γνώση;

Συγκεντρώνοντας τα παραπάνω, τίθενται ως ερωτήματά της παρούσας εργασίας τα εξής:

1. Ποια είναι η εννοιολογική αλλαγή που επιτυγχάνεται μέσω ενός έργου της Επιστήμης του Πολίτη σε μαθητές Λυκείου, αναφορικά με την έννοια της θερμοκρασίας;
2. Ποιες είναι οι επιδράσεις ενός τέτοιου έργου στη στάση τους απέναντι στην κλιματική αλλαγή;

Στο δεύτερο ερώτημα θέλουμε να διερευνήσουμε την επίδραση ενός έργου της Επιστήμης του Πολίτη στη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στην κλιματική αλλαγή.

Στο σχολείο δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές, μέσω της ενασχόλησής τους με το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας νέες μεθόδους στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, να ενημερωθούν, να ευαισθητοποιηθούν και να διαμορφώσουν τη στάση τους απέναντι στο περιβάλλον.

Δείγμα

Το δείγμα για τη διδακτική παρέμβαση για μια διεπιστημονική προσέγγιση της έννοιας της θερμοκρασίας, στο πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη, αποτελούν 18 μαθητές της Β' τάξης ενός Ημερήσιου Γενικού Λυκείου, ηλικίας 16 ως 17 ετών. Έξι αγόρια και δώδεκα κορίτσια. Το σχολείο είναι απομακρυσμένο και εξυπηρετεί μια αρκετά μεγάλη περιοχή, ημιορεινή και παραθαλάσσια. Στο συγκεκριμένο σχολείο φοιτούν παιδιά από τα γύρω μικρά ή μεγάλα χωριά του νησιού της Κω και σχεδόν το ένα τρίτο απ' αυτά είναι παιδιά οικονομικών μεταναστών, που όμως έχουν φοιτήσει τουλάχιστον στο Γυμνάσιο στην Ελλάδα.

Ο μέσος όρος της βαθμολογίας των συγκεκριμένων μαθητών στο μάθημα των Μαθηματικών κατά το προηγούμενο σχολικό έτος, που δεν πραγματοποιήθηκαν προαγωγικές εξετάσεις λόγω της πανδημίας του Covid-19, είναι γύρω στο 14. Το ίδιο και στο μάθημα της Φυσικής.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί, ότι κατά το σχολικό έτος 2019-2020 την περίοδο Μάρτιο με Ιούνιο, τα συγκεκριμένα παιδιά, που τότε φοιτούσαν στη Γ' Γυμνασίου, απείχαν εξ ολοκλήρου απ' την εκπαιδευτική διαδικασία, αφού το αντίστοιχο Γυμνάσιο, δεν παρείχε ούτε τηλεκπαίδευση. Επομένως, την έννοια της θερμοκρασίας την έχουν διδαχθεί μόνο στη Β' Γυμνασίου κι έκτοτε δεν έχει γίνει καμία επανάληψη στην έννοια. Τη χρησιμοποιούν μηχανικά και εντελώς πρακτικά, για τις ασκήσεις τους στη Χημεία και τη Φυσική, όπου χρειάζεται.

Μέθοδος

Μετά τη συγκέντρωση των εγγράφων συναίνεσης των κηδεμόνων, ότι επιτρέπουν στα παιδιά τους να συμμετέχουν σε ένα τέτοιο πρόγραμμα και τη χρήση φορητών συσκευών τεχνολογίας (κινητά τηλέφωνα κλπ), δόθηκε στα παιδιά ένα ερωτηματολόγιο, που σκοπό είχε να διερευνήσει τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και αντιλήψεις τους. Στην αρχή ζητήθηκαν κάποια στατιστικά στοιχεία, όπως το φύλο, η ηλικία (αν και όλα τα παιδιά ήταν απ' τη Β Λυκείου, λόγω της ύπαρξης παιδιών από άλλες χώρες, υπάρχει μια μικρή ηλικιακή διαφορά ανάμεσά τους), τον Προσανατολισμό, δηλαδή την κατεύθυνση που στη δεύτερη τάξη του Γενικού Λυκείου έχουν ήδη επιλέξει να ακολουθήσουν. Ακολουθεί η ερώτηση αν σκέφτονται μετά το Λύκειο να ακολουθήσουν σπουδές στα Μαθηματικά ή στις Φυσικές Επιστήμες. Οι επόμενες ερωτήσεις, αφορούσαν την ενότητα με τη θερμοκρασία. Σε ποιο μάθημα συνάντησαν πρώτη φορά την έννοια, σε ποια τάξη αλλά και τι είναι η θερμοκρασία. Εδώ να σημειωθεί ότι ζητήθηκε απ' τους/τις μαθητές/τριες να απαντήσουν στο αρχικό αυτό ερωτηματολόγιο, όσο πιο αυθόρμητα μπορούσαν. Ακολούθησαν ερωτήσεις όπως είναι με ποιο όργανο μετράμε τη θερμοκρασία, αν γνωρίζουν με ποιες μονάδες μέτρησης, ποιες χρησιμοποιούνται στη Ελλάδα και ποιες σε άλλες χώρες του κόσμου και την ενότητα έκλεινε η ερώτηση «Τις γνώσεις από ποιο μάθημα χρησιμοποιήσατε για να απαντήσετε στις παραπάνω ερωτήσεις;». Οι τελευταίες τέσσερις ερωτήσεις που ακολούθησαν, ήταν αν είχαν ακούσει για την κλιματική αλλαγή, τι είναι η κλιματική αλλαγή κατά τη γνώμη τους, αν η θερμοκρασία, πάντα κατά την προσωπική τους άποψη, σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή και αν πιστεύουν ότι το νησί που κατοικούν έχει επηρεαστεί απ' αυτή.

Στη συνέχεια κατά τη διάρκεια δύο διδακτικών ωρών, οι μαθητές/τριες ενημερώθηκαν για τις μεθόδους της Επιστήμης του Πολίτη και τον τρόπο με τον οποίο θα λειτουργήσουν. Χωρίστηκαν σε έξι ομάδες των τριών, ανάλογα με την γεωγραφική θέση του σπιτιού τους και έγινε μια εκτενής αναφορά στην έννοια της θερμοκρασίας. Η συζήτηση σε ομάδες ή στην τάξη αποτελεί συνήθως μια υπονοούμενη γνωστική σύγκρουση (Βοσνιάδου, 2018).

Τα παιδιά εργάστηκαν σε ομάδες, σύμφωνα με τις αρχές της συνεργατικής μάθησης (collaborative learning). Η συνεργατική μάθηση βασίζεται στο γεγονός ότι η γνώση δημιουργείται μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών ενός πληθυσμού, όταν έχουν ως στόχο ένα κοινό έργο και έχει τις ρίζες της στην κοινωνική φύση της μάθησης, που σύμφωνα με τον Lev Vygotsky (1978) εμφανίζεται στη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης. Δίνεται ιδιαίτερη βάση στην επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών/τριών, οι οποίοι/ες έχουν την ευθύνη για την ατομική τους μάθηση, αλλά διαδραματίζουν και καθοριστικό ρόλο στην μάθηση και των υπόλοιπων μελών της ομάδας.

Το ιδανικό στην δική μας περίπτωση θα ήταν να χωριστούν με τέτοιο τρόπο οι ομάδες, ώστε οι ικανότητες του ενός παιδιού να συμπληρώνουν το άλλο, λαμβάνοντας υπόψιν τα προτερήματα και τις αδυναμίες του καθενός (Jacobson & Xu, 2004, σελ.67). Όμως λόγω των μετρήσεων της θερμοκρασίας ανά περιοχή δεν ήταν δυνατό κάτι τέτοιο. Επίσης με τον τρόπο που χωρίστηκαν, εξαιτίας της κοινής τους μετακίνησης από και προς το σχολείο, είχαν ήδη αναπτυγμένη επικοινωνία και διαπροσωπικές σχέσεις, όπως και αμοιβαία εμπιστοσύνη, συστατικά απαραίτητα για την καλή τους συνεργασία. Το κάθε μέλος συνεισφέρει με τις γνώσεις του, τις δεξιότητές του, τις πληροφορίες που συγκεντρώνει στην

ομάδα του προς τον κοινό στόχο, ενώ ταυτόχρονα δέχεται και τα αντίστοιχα των άλλων μελών, αναπτύσσοντας με αυτό τον τρόπο περαιτέρω τις ικανότητές τους.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας συνοψίζονται στα εξής: ανταλλαγή ιδεών, συνεργατικότητα, συζήτηση-διάλογος, κοινότητα-ομάδα, ιδεοθύελλα και αλληλεπίδραση. Όλα αυτά βρίσκονται σε κύκλο και το ένα διαδέχεται το άλλο προς όφελος των μαθητών.

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι η εννοιολογική αλλαγή μπορεί να επέλθει μέσα στο υποστηρικτικό περιβάλλον μια ομάδας αβίαστα και πιο εύκολα απ' ότι σε ατομικό επίπεδο. Και με αυτό τον τρόπο, δίνοντας δηλαδή προτεραιότητα στις μεταξύ των μελών της ομάδας σχέσεις, η μάθηση αποκτά τα βιωματικά χαρακτηριστικά της ανακαλυπτικής μάθησης, δίνοντας μεγαλύτερης διάρκειας αποτελέσματα.

Έπειτα μοιράστηκαν στα παιδιά θερμόμετρα οينوπνεύματος, τα οποία αποφάσισαν τα ίδια, πού θα τα τοποθετήσουν σε «ασφαλές» σημείο στο μπαλκόνι ή στον κήπο του σπιτιού τους για να κάνουν τις μετρήσεις. Ο λόγος για τον οποίο τους δώσαμε δικά μας θερμόμετρα και δεν επιτρέψαμε να χρησιμοποιήσουν άλλου είδους συσκευές, είναι για να έχουμε αξιοπιστία στα αποτελέσματα. Όλοι θα χρησιμοποιούσαν το ίδιο, ώστε να μην αυξήσουμε την πολυπλοκότητα, θέτοντας ως μεταβλητή την ευαισθησία και το είδος κάθε αισθητήρα κλπ. Για το πού τελικά τα τοποθέτησαν αποφάσισαν μόνοι/νες τους, αφού έγινε πρώτα μια συζήτηση για τις κατάλληλες συνθήκες που έπρεπε να εξασφαλίσουν. Και τέλος τους ζητήθηκε να κρατούν ημερολόγιο, στο οποίο θα κατέγραφαν την όλη διαδικασία, τις κινήσεις τους, σχετικά με την εργασία που τους ανατέθηκε, τις παρατηρήσεις τους, το χρόνο και τον τρόπο (διαδικτυακά ή δια ζώσης) συνάντησης με τα άλλα μέλη της ομάδας τους, όπου θα συζητούσαν και θα επανεξέταζαν τα αποτελέσματά τους.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται αναγκαίο να αναφερθεί ότι δόθηκε λίγο παραπάνω χρόνος σε κάποιες από τις δραστηριότητες και χρειάστηκε να δοθούν κάποια επιπλέον κίνητρα σε μαθητές που είτε χρειάζονταν λίγη παραπάνω βοήθεια, είτε αδιαφορούσαν. Υπήρχε συνεχής παρακολούθηση των μαθητών/τριών και ένας σχετικός έλεγχος, για να γίνει σαφές ότι ήταν σε καλό δρόμο. Και φυσικά σε κάθε βήμα υπήρχε ανατροφοδότηση, ώστε να αποφευχθούν τυχόν λάθη.

Για τις επόμενες πέντε μέρες κλήθηκαν να καταγράψουν τη θερμοκρασία, τρεις φορές την ημέρα, συγκεκριμένες ώρες. Μία φορά το πρωί, πριν αναχωρήσουν για το σχολείο, μια μετά την επιστροφή τους, αφού σχολάσουν και μια το βράδυ, επιστρέφοντας απ' τις υπόλοιπες δραστηριότητές τους.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν τα απόθεταν σε ένα κοινόχρηστο έγγραφο (χρησιμοποιήθηκε Υπολογιστικό Φύλλο της Google, ελεύθερο από χρεώσεις και προσβάσιμο σε όλους), στο οποίο είχαν όλοι πρόσβαση ταυτόχρονα. Αυτό αύξησε τη διαδραστικότητα και τη συμμετοχή των παιδιών, αφού μέσω αυτού μπόρεσαν να συνεισφέρουν τις παρατηρήσεις τους σε πραγματικό χρόνο και να παίρνουν την κατάλληλη ανατροφοδότηση. Κάτι το οποίο δεν λειτούργησε μόνο ως κίνητρο -προτροπή προς τα παιδιά, αφού έρευνες έχουν δείξει ότι όταν το κοινό είναι σε άμεση αλληλεπίδραση με τα αποτελέσματα, που εξάγουν οι ίδιοι, παρουσιάζουν μεγαλύτερη θέληση για την έρευνα (Hochachka κ.ά., 2012), αλλά ήρθαν και σε άμεση επαφή με τεχνολογικά περιβάλλοντα και να μπορέσουν να επικοινωνήσουν τα αποτελέσματά τους, κάτι που εκτός από την παιδαγωγική του σημασία,

θα προσφέρει στο ερευνητικό κομμάτι τον έλεγχο για την εγκυρότητα των δεδομένων που συλλέχθηκαν..

Σε αυτό το έγγραφο μπορούσαν να σημειώνουν αν η θερμοκρασία την οποία μέτρησαν είναι χαμηλή, κανονική ή υψηλή, κάτι που θα αποφάσιζαν ως τριμελής ομάδα σε κάθε περίπτωση. Δηλαδή τη χαρακτήριζαν σύμφωνα με την προσωπική τους αντίληψη και σε συνεννόηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Στο παράρτημα εμφανίζονται οι οθόνες των συμπληρωμένων ανά ομάδα εγγράφων, όπως τελικά διαμορφώθηκαν. Η Επαγωγική σκέψη απαιτεί από τον μαθητή να σκέφτεται διαισθητικά. Ο Bruner (στο Ozdem-Yilmaz & Bilican, 2020) προτείνει ότι οι μαθητές θα πρέπει να προσπαθήσουν να κάνουν προβλέψεις βασισμένες σε ελλιπή στοιχεία, για να τροφοδοτήσουν τη διαισθητική τους σκέψη και στη συνέχεια να ερευνήσουν συστηματικά αυτές τις προβλέψεις μέσω έρευνας.

Μετά το πέρας αυτών των 5 ημερών, τους δόθηκε μια εβδομάδα περιθώριο, για να μελετήσουν το θέμα και να εργαστούν ομαδικά, να αιτιολογήσουν τις θερμοκρασίες που σημείωσαν, χρησιμοποιώντας επιστημονικά δεδομένα και να γράψουν σε λίγες γραμμές τις σκέψεις τους και τι αποκόμισαν απ' όλη αυτή τη διαδικασία συμπληρώνοντας πάλι ένα τελικό ερωτηματολόγιο, ατομικά όμως. Σε αυτό υπήρχαν οι ίδιες ερωτήσεις που περιείχονταν στο πρώτο, ώστε να γίνει η σύγκριση με τις αρχικές τους αντιλήψεις, αλλά και επιπλέον. Τους ζητήθηκε να περιγράψουν το σημείο στο οποίο τοποθέτησαν το θερμόμετρο που τους δόθηκε και να αιτιολογήσουν την επιλογή τους, Με ποιον τρόπο αποφάσιζαν σε κάθε μέτρηση, αν η θερμοκρασία ήταν υψηλή, χαμηλή ή κανονική και αν τώρα, που είχαν ολοκληρωθεί οι μετρήσεις θα άλλαζαν κάτι στους χαρακτηρισμούς τους σε κάποιες μετρήσεις και σε ποιες συγκεκριμένα. Στην ενότητα της κλιματικής αλλαγής προστέθηκαν οι ερωτήσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου με ερωτήσεις όπως τι θα μπορούσε κατά τη γνώμη τους να γίνει τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε εθνικό επίπεδο, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, ποια δική τους συμπεριφορά θα άλλαζαν για το σκοπό αυτό, τι θα άλλαζαν στο σπίτι τους και τι στο σχολείο τους και τέλος από πού άντλησαν τις πληροφορίες τους. Τέλος ερωτήθηκαν αν συνάντησαν δυσκολίες κατά τη διεξαγωγή της έρευνάς τους και αν ναι να τις αναφέρουν, αν θα συμπλήρωναν ή αν θα άλλαζαν κάτι στον τρόπο εργασίας ή στο σχεδιασμό του έργου και αν θα λάμβαναν μέρος σε ένα μεγαλύτερο έργο της Επιστήμης του Πολίτη ως εθελοντές.

Τους ζητήθηκε δηλαδή να αναστοχαστούν πάνω στην διαδικασία και στη συνέχεια με συζήτηση με ολόκληρη την τάξη, προχωρήσαμε σε συλλογικό αναστοχασμό, μέσω του οποίου θα δόθηκε η δυνατότητα σε κάθε μαθητή «να διευρύνει την οπτική του, να δεχθεί αλλά και να θέσει αντίλογο και να οδηγηθεί σε εννοιολογική αλλαγή, μέσα από μεταγνωστικές διεργασίες αυτορρύθμισης» (Κρητικός & Καλαβάσης, 2021, σελ.133).

Όταν συγκεντρώθηκαν οι απαντήσεις τόσο των αρχικών, όσο και των τελικών ερωτηματολογίων, έγινε ποιοτική ανάλυση αυτών.

Αποτελέσματα

Απ' τα στατιστικά στοιχεία στην αρχή, προέκυψαν σημαντικά αποτελέσματα, αφού 12 απ' τα 18 παιδιά ακολουθούν ανθρωπιστικό προσανατολισμό, εκ των οποίων τα 10 είναι κορίτσια, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1. Σύγχρονες έρευνες έχουν δείξει ότι οι γυναίκες

υποεκπροσωπούνται στα Μαθηματικά, στις Φυσικές Επιστήμες, στην Ιατρική, στην Τεχνολογία, στη Μηχανική κλπ (Miles & Naumann, 2021). Οι πιθανοί λόγοι συμπεριλαμβάνουν το στερεότυπο του φύλου, την έλλειψη στήριξης από γονείς ή/και από εκπαιδευτικούς, την έλλειψη πρακτικής εμπειρίας, την έλλειψη γυναικείων προτύπων στις Θετικές Επιστήμες, τις ελλιπείς γνώσεις από προηγούμενα σχολικά έτη, τα χαμηλά επίπεδα κινήτρων κ.ά. (Piatek-Jimenez κ.ά., 2018), αλλά και τα χαμηλά επίπεδα επιστημονικής αυτοαποτελεσματικότητας (self-efficacy) (Miles & Naumann, 2021). Όλοι αυτοί οι λόγοι επηρεάζουν την επιστημονική ταυτότητα κάθε εφήβου. Κυρίως οι κοινωνικά κατασκευασμένες φυλετικές ανισότητες, καλλιεργούν διαφορετικές προσδοκίες στα κορίτσια και διαφορετικές στα αγόρια. Καθώς τα παιδιά σε αυτές τις ηλικίες των 16 ή 17 χρονών τείνουν να εκπληρώσουν αυτές τις προσδοκίες, οδηγούνται σε καταστάσεις άγχους, κακή απόδοση και αποφυγή κάθε είδους απαιτητικής διαδικασίας, όπως η επιστημονική έρευνα ή η επιστημονική εργασία γενικότερα. (Piatek-Jimenez κ.ά., 2018). Γενικά το ζήτημα του φύλου και πώς επηρεάζει τις επιλογές του ατόμου σε εκπαιδευτικά θέματα, χαρακτηρίζεται από μεγάλη πολυπλοκότητα, σε όποια ηλικία και να αναφέρεται.

Πίνακας 1. Κατανομή μαθητών ανά φύλο και προσανατολισμό

Προσανατολισμός	Αγόρια	Κορίτσια	Σύνολα
Ανθρωπιστικού Προσανατολισμού	2	10	12
Θετικού Προσανατολισμού	4	2	6
Σύνολα	6	12	18

Στην ερώτηση «Σκέφτεστε μετά το Λύκειο να ακολουθήσετε σπουδές πάνω στα Μαθηματικά ή στις άλλες Θετικές Επιστήμες;» 14 παιδιά απάντησαν αρνητικά και μόνο 4 θετικά. Απ' τα 6 που ήδη παρακολουθούν μαθήματα Θετικού Προσανατολισμού, τα 2 απάντησαν όχι. Και τα 2 ήταν αγόρια. Κανένα παιδί δεν άλλαξε άποψη μετά την παρέμβαση.

Τόσο το μικρό σχετικά ποσοστό της Θετικής Κατεύθυνσης στη Λυκειακή (μη υποχρεωτική) εκπαίδευση, όσο και το ακόμα πιο μικρό ποσοστό των παιδιών που σκέφτονται να επιλέξουν σπουδές και καριέρα σχετική με τις Θετικές και Τεχνολογικές Επιστήμες, μετά το σχολείο, δημιουργεί κάποια ερωτήματα. Οι Pike & Dunne στην εργασία τους με τίτλο “Student reflections on choosing to study science post-16” (2011) διερευνούν τους λόγους για τους οποίους οι μαθητές/τριες δεν κάνουν τη συγκεκριμένη επιλογή μετά το σχολείο. Κυρίως αναφέρουν τρεις λόγους: τις παιδαγωγικές εμπειρίες απ' τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, τη συζήτηση γύρω απ' τη διάκριση μεταξύ των Επιστημών και τις μελλοντικές βλέψεις του κάθε παιδιού. Αναφέρουν ότι απ' την έρευνά τους προκύπτει ότι οι μαθητές/τριες έχουν ιεραρχήσει τα σχολικά μαθήματα, ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας τους και έχουν τοποθετήσει τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες στην κορυφή. Με τον όρο «παιδαγωγικές εμπειρίες» αναφέρονται στις πολύπλοκες κοινωνικές αλληλεπιδράσεις κατά τη διαδικασία της μάθησης. Με λίγα λόγια υποστηρίζουν ότι τα παιδιά που απολάμβαναν τα συγκεκριμένα μαθήματα στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και είχαν καλές επιδόσεις σε αυτά είναι πιο πιθανό να διαλέξουν να συνεχίσουν τη μελέτη τους και μετά το σχολείο. Σε αντίθεση με τους/τις μαθητές/τριες που προτιμούν την αυτονομία εντός της μαθησιακής διαδικασίας και χαρακτηρίζονται από ανεξαρτησία, υπευθυνότητα, αυτό-κίνητρο και διαφοροποίηση. Το ίδιο και τα παιδιά που αναρωτιούνται πού θα τους χρησιμεύσουν όλα

αυτά που μαθαίνουν στο πλαίσιο των θετικών μαθημάτων και δε βρίσκουν κανενός είδους σύνδεση με την καθημερινή τους ζωή.

Σε απάντηση αυτών έρχεται η Jenkins (2011), η οποία συμφωνεί εν μέρει ως προς το ότι οι μαθητές/τριες βρίσκουν αρκετά δύσκολο, ό,τι περιέχει επιστημονικά δεδομένα, γιατί συχνά είναι κάπως αφηρημένα. Κι επειδή δεν μπορούν να κατασκευάσουν μια νοητική αναπαράσταση τους, απογοητεύονται και σύντομα εγκαταλείπουν, θεωρώντας ότι δεν αξίζει η προσπάθεια. Για να ξεπεραστεί όλο αυτό προτείνει τη διεπιστημονική προσέγγιση των Θετικών Επιστημών, με ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα, που θα μετέτρεπε αυτές τις Επιστήμες σε εργαλείο για την κατανόηση των διαφόρων φαινομένων στη ζωή των μαθητών, αντί για πενήντα λεπτά μάθημα στο σχολείο. Η αντίληψη που προωθείται απ' τις Pike & Dunne (2011) και συχνά υιοθετείται από την κοινωνία, ότι οι Θετικές Επιστήμες είναι για τους πιο «έξυπνους» και τους πιο «καλούς» μαθητές, έχει δημιουργηθεί λόγω της διδακτικής μεθόδου, που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν αυτά τα μαθήματα, η οποία αποτελείται από διαλέξεις και δοκιμασίες. Η ερευνήτρια προτρέπει να επανεξεταστεί το διδακτικό μοντέλο και προτείνει ως νέο εκπαιδευτικό πλαίσιο στο πρόγραμμα σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες, την Επιστήμη του Πολίτη, η οποία παρέχει στους μαθητές τα κατάλληλα εργαλεία, ώστε να γίνουν ενημερωμένοι πολίτες, κάτι που αποτελεί βασικό στόχο της ανθρωποκεντρικής διδασκαλίας. Η συμμετοχή μαθητών σε έργα της Επιστήμης του Πολίτη, μετακινεί το επιστημονικό περιεχόμενο απ' το αφηρημένο στο απτό, εμπλέκοντας τους μαθητές σε ενεργητική μάθηση. Επιπλέον τονίζει η Jenkins (2011), εάν τα έργα της Επιστήμης του Πολίτη επικεντρώνονται στις δικές τους κοινότητες, τότε η Επιστήμη γίνεται σχετική με τις ζωές τους, επειδή επικεντρώνεται σε θέματα στις δικές τους αυλές. Φέρνει ένα παράδειγμα, τις δύο προσεγγίσεις για την ποιότητα και το pH του νερού. Η μία μέσω της συλλογής δεδομένων με της Επιστήμη του Πολίτη, που ο μαθητής θα βρεθεί στο ρυάκι ή στη λίμνη κλπ και θα ενδιαφερθεί για τα φυτά και τα ζώα, που επηρεάζονται απ' το νερό και σχετίζεται με κάποιο τρόπο μαζί τους και η άλλη μέσω τη διάλεξης για τους λόγους που πρέπει να έχουμε καλής ποιότητας νερό. Ο εκπαιδευτικός που θα αφιερώσει χρόνο και θα καθοδηγήσει σωστά τους μαθητές του στην πρώτη περίπτωση δημιουργίας συνδέσεων θα δει την εργασία του να αποκτά νόημα, σε αντίθεση με εκείνον, που προτιμήσει τη διάλεξη.

Η Paola Valero, το 2017 σε μετάφραση της Χ. Σταθοπούλου ανέφερε μεταξύ άλλων στο συνέδριο της EN.E.ΔΙ.Μ:

Πρώτον, σε μια παγκόσμια ανταγωνιστική οικονομία οι μαθηματικές επιδόσεις αποτελούν έναν αξιόπιστο δείκτη οικονομικής και κοινωνικής προόδου. Δεύτερον, και σχετικό με τα προαναφερθέντα, οι υψηλές μαθηματικές επιδόσεις αυξάνουν την πιθανότητα για πολλούς νέους να συνεχίσουν με περαιτέρω σπουδές στους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας — τομείς που θεωρούνται απαραίτητοι για την παραγωγή της επιστημονικής και τεχνολογικής γνώσης, η οποία οδηγεί σε επιτυχημένες, ανταγωνιστικές εθνικές οικονομίες. Τρίτον, λόγω των ανωτέρω, η (αποτελεσματική) εκμάθηση των μαθηματικών έχει γίνει πλέον ζητούμενο για την πολιτεότητα (citizenship) και για τη δημοκρατία, επειδή ένα σύνολο πολιτών ικανών στα μαθηματικά θα διαθέτει τα ελάχιστα απαιτούμενα προσόντα για να συμμετάσχει ενεργά στις οικονομικές αλλά και στις πολιτικές δραστηριότητες μιας χώρας. Τέλος, οι επαρκείς μαθηματικές επιδόσεις

γίνονται θέμα κοινωνικής δικαιοσύνης, δεδομένου ότι αποτελούν, σαφώς, ένα προσόν που διαφοροποιεί αυτούς που θα έχουν πρόσβαση στα επιθυμητά αγαθά της κοινωνίας από αυτούς που θα αποκλειστούν από αυτά. (σελ. 10-11)

Αντίστοιχα ισχύουν και για τις άλλες Θετικές Επιστήμες. Θα πρέπει να εργαστούμε προς την κατεύθυνση ενίσχυσης των μαθητών μας, ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στα αντίστοιχα μαθήματα και να παραμένει ανοιχτό το παράθυρο της μετέπειτα ενασχόλησής τους με την Επιστήμη. Όχι αποδυναμώνοντας τα, αλλά μεταβάλλοντας τον τρόπο προσέγγισης και διδασκαλίας τους.

Τελειώνοντας με τα αρχικά, στην ερώτηση « Σε ποιο μάθημα συναντήσατε πρώτη φορά την έννοια της θερμοκρασίας;» και «Σε ποια τάξη», 17 παιδιά απάντησαν στο μάθημα της Φυσικής, με την κατανομή που φαίνεται στον Πίνακα 2 και ένα μόνο κορίτσι απάντησε «Βιολογία» και μάλιστα στη Β' Γυμνασίου. Περίπτωση, που παρουσιάζει ενδιαφέρον, γιατί πρόκειται για συνεπή και με καλές επιδόσεις μαθήτρια, η οποία όμως ήρθε στην Ελλάδα και άρχισε να φοιτά σε ελληνικό σχολείο στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού, αλλά δεν αποτελεί θέμα μελέτης της παρούσης εργασίας.

Πίνακας 2. Σε ποιο μάθημα και σε ποια τάξη γίνεται εισαγωγή της έννοιας της θερμοκρασίας, κατά τη γνώμη των μαθητών/τριών

	Φυσική	Βιολογία	Σύνολα
Ε' Δημοτικού	8	0	8
ΣΤ' Δημοτικού	5	0	5
Α' Γυμνασίου	3	0	3
Β' Γυμνασίου	1	1	2
Σύνολα	17	1	18

Για να εξηγήσουμε τη μεγάλη διασπορά που παρουσιάζεται στην τάξη πρωτοεμφάνισης της έννοιας, κρίνεται αναγκαίο να γίνει μια αναφορά στα σχολικά εγχειρίδια αυτών των τάξεων.

Η Θερμοκρασία μέσα απ' τα σχολικά εγχειρίδια

Η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι ένας από τους πλέον καθοριστικούς ατμοσφαιρικούς παράγοντες, τόσο από μετεωρολογική, όσο και από βιολογική άποψη (Ζιακόπουλος, 2008) και γι' αυτό η έννοια εισάγεται από πολύ νωρίς στο ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα.

Στο μάθημα Φυσικά της Ε' Δημοτικού συναντάμε το εξής:



Θερμοκρασία - Θερμότητα: Δύο έννοιες διαφορετικές

Η **θερμοκρασία** είναι μια έννοια που μας βοηθά να περιγράψουμε πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα. Όταν ένα σώμα είναι θερμό, λέμε ότι έχει υψηλή θερμοκρασία, όταν είναι ψυχρό, λέμε ότι έχει χαμηλή θερμοκρασία. Τη θερμοκρασία τη μετράμε με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα.



Όπως όλες οι αλλαγές γύρω μας, έτσι και η αλλαγή της θερμοκρασίας οφείλεται στην ενέργεια. Μία από τις μορφές ενέργειας είναι η **θερμική ενέργεια**. Θερμική ενέργεια ονομάζουμε την κινητική ενέργεια των μορίων λόγω των συνεχών και τυχαίων κινήσεών τους. Τη θερμική ενέργεια την αντιλαμβανόμαστε από τη θερμοκρασία του σώματος. Όσο περισσότερη θερμική ενέργεια έχει ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία του. Η αύξηση ή η μείωση της θερμικής ενέργειας του σώματος, άρα και η αύξηση ή η μείωση της θερμοκρασίας του γίνεται με τη ροή ενέργειας. Όταν στο σώμα προσφέρεται ενέργεια, η θερμική ενέργειά του, άρα και η θερμοκρασία του, αυξάνεται. Αντίθετα, όταν το σώμα χάνει ενέργεια, η θερμική του ενέργεια, άρα και η θερμοκρασία του, μειώνεται. Την ενέργεια, όταν ρέει από ένα σώμα προς ένα άλλο λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας, την ονομάζουμε **θερμότητα**. Η θερμότητα ρέει πάντοτε από τα σώματα με υψηλότερη θερμοκρασία προς τα σώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία.



Εικόνα 9. Μάθημα "Φυσικά" Ε' Δημοτικού (ebooks.edu.gr)

Και συνεχίζει αναλύοντας

Θερμοκρασία και θερμότητα στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα

Σε όλες τις θερμοκρασίες, τα μόρια όλων των σωμάτων κινούνται συνεχώς και τυχαία προς όλες τις κατευθύνσεις. Οι κινήσεις αυτές των μορίων είναι διαφορετικές στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια σώματα. Στα στερεά σώματα, τα μόρια κινούνται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και κοντά σε μόνιμες θέσεις που έχουν και δεν τις αλλάζουν, έτσι ώστε ούτε να πλησιάζουν μεταξύ τους ούτε να απομακρύνονται.

Στα υγρά σώματα, τα μόρια κινούνται αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, αλλά παραμένουν κοντά το ένα στο άλλο, έτσι ώστε ούτε να πλησιάζουν μεταξύ τους ούτε να απομακρύνονται. Στα αέρια σώματα, τα μόρια κινούνται ελεύθερα αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, χωρίς να πλησιάζουν πολύ μεταξύ τους, μπορούν όμως να απομακρύνονται το ένα από το άλλο όσο τους είναι δυνατό.

Όταν από ένα σώμα αποβάλλεται θερμότητα, τα μόριά του κινούνται με μικρότερες ταχύτητες. Η θερμοκρασία του ελαττώνεται. Αντίθετα, όταν σε ένα σώμα προσφέρεται θερμότητα, τα μόριά του κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες. Η θερμοκρασία του αυξάνεται. (σελ. 44)

Στο αντίστοιχο μάθημα της ΣΤ' Δημοτικού στο αντίστοιχο κεφάλαιο με τίτλο Θερμοκρασία-Θερμότητα, αναφέρει τους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας, χωρίς να αναφέρει καν τον ορισμό της θερμοκρασίας. Η μοναδική στιγμή που αναφέρεται η θερμοκρασία, έστω και σαν όρος είναι στο παράδειγμα που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Το μυστικό του κολονάτου ποτηριού

Το κρασί πρέπει να πίνεται δροσερό! Γι' αυτό τα ποτήρια του κρασιού έχουν μακριά και λεπτή βάση. Η κατασκευή των ποτηριών του κρασιού είναι τέτοια ώστε, όταν κρατάμε το ποτήρι από το κάτω μέρος του, δεν αγγίζουμε καθόλου το μέρος του ποτηριού που περιέχει το υγρό. Με αυτόν τον τρόπο, δε μεταδίδεται θερμότητα από το χέρι μας προς το κρασί, κάτι που θα μπορούσε να αυξήσει τη θερμοκρασία του κρασιού και να αλλοιώσει τη γεύση του. Το αντίθετο συμβαίνει στα ποτήρια του κονιάκ. Καθώς το κονιάκ πίνεται ζεστό, ο λαιμός του ποτηριού είναι κοντός, οπότε το χέρι μας «αγκαλιάζει» το ποτήρι. Η θερμότητα μεταδίδεται από το χέρι μας στο ποτήρι και από κει στο κονιάκ.





Εικόνα 10. Μάθημα "Φυσικά" ΣΤ' Δημοτικού (ebooks.edu.gr)

Στην Α΄ Γυμνασίου στο μάθημα της Φυσικής, αρχίζει πια η έννοια της θερμοκρασίας να προσεγγίζεται με πειράματα και γίνεται αναφορά στο θερμόμετρο.

Φύλλο Εργασίας 4
Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βελτιωμένη

α. Παρατηρή, Πλασφοφορμία, Ενδοφύραση

Οι άνθρωποι προσπαθούν να εκπαιδούν κατά προσέγγιση ή να μετρήσουν με ακρίβεια τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, των διαφόρων υαλμάτων ή και τη θερμοκρασία του σώματός τους.

Πολλές φορές η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική για την υγεία μας, την κατάσταση των τροφίμων ή τη λειτουργία συσκευών και μηχανών.

Επιλέξτε σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις γίνεται κατά προσέγγιση εκτίμηση της θερμοκρασίας και σε ποια γίνεται ακριβής μέτρηση:

β. Σωλήτι, Ακαριότητα, Υποθέτω

Συζητήστε με τους συμμαθητές σας για το αν οι μετρήσεις της θερμοκρασίας είναι πάντα ακριβείς. Μια λανθασμένη μέτρηση της θερμοκρασίας είναι δυνατόν να αφελεται στα φάρμακα που χρησιμοποιούμε ή στον τρόπο με τον οποίο μετράμε. Γράψτε τις υποθέσεις.

γ. Ενεργή, Πειραματισμός

Με τη βοήθεια του/της καθηγητή/τριας σας, οργανώστε πειράματα για την επιβεβαίωση ή διάψευση των υποθέσεων και συμπεράσματα τα απαραίτητα υλικά.

Υλικό / Όργανο:
 Φάρμακα αναπνευστικής (με παροχή τριών από -10 °C έως 120 °C), παρήγορο δοχείο (μπαρέ), γυάλινο δοχείο με τη θερμοκρασία του υαλματος, ηλεκτρονικό μόνι θερμομετρήσης.

Φύλλο Εργασίας 4
Μετρήσεις Θερμοκρασίας – Η Βελτιωμένη



γ. Ενεργή, Πειραματισμός

Επιβεβαιώστε τα παρακάτω υλικά και όργανα για την εκτέλεση εργασιακών πειράματος.

Υλικό / Όργανο:
 Δύο θερμόμετρα αναπνευστικής (με παροχή τριών από -10 °C έως 120 °C), παρήγορο δοχείο (μπαρέ), γυάλινο δοχείο με τη θερμοκρασία του υαλματος, ηλεκτρονικό μόνι θερμομετρήσης.

Πείραμα

Τυποθέτουμε το παρήγορο δοχείο το οποίο περιέχει μικρή ποσότητα νερού κέλυο στο ηλεκτρονικό μόνι. Ανοίξτε το μόνι, ώστε να αρχίσει να θερμαίνεται το νερό. Θυμάμε το νερό έως ότου η θερμοκρασία του φθάσει στους 70°C περίπου.

Στη συνέχεια, προσθέτουμε το δοχείο με το ζεστό νερό μέσα στη λεκάνη η οποία περιέχει νερό της βότας.

Κρατάμε και μετράμε αναγνώσεις από ένα λατόπ τις τιμές της θερμοκρασίας του θερμότερου νερού του δοχείου και του κρυότερου νερού της λεκάνης.

Γράφει τις τιμές αυτές στις αντίστοιχες στήλες των παρακάτω πίνακων, αναγράφοντας ότι τη θερμοκρασία του νερού του δοχείου και 92 τη θερμοκρασία του νερού της λεκάνης.

Συνέχισε να μετράς και να γράφεις, έως ότου οι δύο θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν.

χρόνος (λεπτά)	Θ ₁ (°C)	Θ ₂ (°C)	χρόνος (λεπτά)	Θ ₁ (°C)	Θ ₂ (°C)
0			0		
2			10		
4			20		
6			30		
8			40		
10			50		
12			60		
14			70		
16			80		
18			90		
20			100		

Εικόνα 11. Βιβλίο Φυσικής Α' Γυμνασίου (ebooks.edu.gr)

Στη Β΄ Γυμνασίου αρχίζει να γίνεται αναφορά στην έννοια της θερμοκρασίας, μέσα απ' τα σχολικά βιβλία της Φυσικής, στα όργανα με την οποία τη μετράμε, οι κλίμακες μέτρησης που χρησιμοποιούνται:

Η θερμοκρασία του σώματος προσδιορίζεται από την ένδειξη του θερμομέτρου, το οποίο πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με αυτό. Η λειτουργία των θερμομέτρων βασίζεται στη μεταβολή των ιδιοτήτων ορισμένων υλικών όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία τους. Για παράδειγμα, στο υδραργυρικό θερμόμετρο όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, το μήκος της στήλης του υδραργύρου μεγαλώνει. Τα θερμόμετρα υπάρχουν σε διάφορους τύπους και μεγέθη.

Η κλίμακα Κελσίου

Ο Γαλιλαίος το 1592 κατασκεύασε το θερμοσκόπιο, το πρώτο όργανο με το οποίο μπορούσε να εκτιμήσει τη θερμοκρασία ενός σώματος. Για να γίνει το θερμοσκόπιο θερμομότρο, πρέπει να βαθμονομηθεί, δηλαδή να εφοδιαστεί με μια κλίμακα μέτρησης. Υπάρχουν διάφορες κλίμακες μέτρησης της θερμοκρασίας. Αυτή που έχει καθιερωθεί στην Ευρώπη και χρησιμοποιείται τόσο στη επιστήμη όσο και στην καθημερινή ζωή και τη βιομηχανία είναι η εκατονταβάθμια ή κλίμακα Κελσίου. Για τη δημιουργία της κλίμακας ο Σουηδός Κέλσιος χρησιμοποίησε δυο σταθερές θερμοκρασίες. Βύθισε το υδραργυρικό θερμοσκόπιο του σε πάγο που λιώνει. Αντιστοίχισε αυτή τη θερμοκρασία στο μηδέν της κλίμακας Κελσίου. Στη συνέχεια βύθισε το θερμοσκόπιο σε καθαρό νερό που βράζει. Αντιστοίχισε αυτή τη θερμοκρασία στο 100. Χωρίζοντας το διάστημα μεταξύ των δύο αυτών αριθμών σε 100 ίσα τμήματα προέκυψε η κλίμακα. Σ' αυτή την κλίμακα καθένα από τα τμήματα αντιστοιχεί σε μεταβολή θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου (1 °C). Όταν η ένδειξη του θερμομέτρου είναι 30, λέμε ότι η θερμοκρασία του σώματος είναι 30 °C. Ο Κέλσιος επέκτεινε την κλίμακά του για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 100 °C και για μικρότερες από 0 °C. Οι τελευταίες εκφράζονται με αρνητικούς αριθμούς.

Η κλίμακα Φαρενάιτ

Το 1717 ο Γερμανός φυσικός και κατασκευαστής οργάνων Φαρενάιτ, επειδή δεν ήθελε να χρησιμοποιεί αρνητικές θερμοκρασίες, όρισε ως 0 τη χαμηλότερη θερμοκρασία που είχε πετύχει στο εργαστήριο του: τη θερμοκρασία ενός μείγματος ίσων ποσοτήτων από πάγο, νερό και θαλασσίνο αλάτι. Τη θερμοκρασία του υγιούς ανθρώπινου σώματος την όρισε ως το 96 της κλίμακας και χώρισε το διάστημα μεταξύ των δυο αυτών αριθμών σε 96 ίσα τμήματα. Με βάση αυτές τις υποδιαιρέσεις, η κλίμακα μπορεί να επεκταθεί σε υψηλότερες ή χαμηλότερες θερμοκρασίες. Έτσι, η θερμοκρασία στην οποία λιώνει ο πάγος είναι 32 βαθμοί Φαρενάιτ (°F) και αυτή στην οποία βράζει το καθαρό νερό 212°F. Για να μετατρέψουμε τους βαθμούς της κλίμακας Κελσίου σε βαθμούς κλίμακας Φαρενάιτ, χρησιμοποιούμε τη σχέση :

$$TF = 32^\circ + 1,8 \cdot TC$$

όπου TF η θερμοκρασία σε βαθμούς Φαρενάιτ και TC η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου.

Η απόλυτη κλίμακα θερμοκρασιών - κλίμακα Κέλβιν

Στην κλίμακα Κελσίου όπως και στη Φαρενάιτ οι θερμοκρασίες αναφοράς 0 και 100 ορίζονται αυθαίρετα. Υπάρχει άραγε κλίμακα που να μη βασίζεται σε κάποιο αυθαίρετο σημείο αναφοράς; Τα πειράματα έδειξαν ότι κανένα υλικό δεν μπορεί να ψυχθεί σε θερμοκρασία μικρότερη από -273 °C. Έτσι, οι επιστήμονες αντιστοίχισαν το μηδέν μιας νέας κλίμακας θερμοκρασιών στους -273 °C. Το μηδέν αυτής της κλίμακας ονομάζεται απόλυτο μηδέν και η κλίμακα αυτή ονομάζεται απόλυτη κλίμακα ή κλίμακα Κέλβιν. Η κλίμακα Κέλβιν έχει μόνο θετικές τιμές.

Οι επιστήμονες μετρούν τη θερμοκρασία χρησιμοποιώντας την κλίμακα Κέλβιν. Ο "βαθμός" της είναι το Κέλβιν και συμβολίζεται με K. Μεταβολή θερμοκρασίας

κατά ένα Κέλβιν είναι ίση με μεταβολή θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό Κελσίου. Για να μετατρέψουμε τους βαθμούς Κελσίου (TC) σε Κέλβιν (TK), χρησιμοποιούμε την αριθμητική σχέση :

$$TK = TC + 273$$

Έτσι, η θερμοκρασία που λιώνει ο πάγος είναι 273 K και η θερμοκρασία που βράζει το νερό 373 K. Στη γη η μικρότερη θερμοκρασία αέρα που έχει παρατηρηθεί είναι 184 K (-89 °C) και η μεγαλύτερη 332 K (59 °C). Στο σύμπαν το εύρος των θερμοκρασιών είναι τεράστιο.. Θερμοκρασίες που αγγίζουν το απόλυτο μηδέν, υπάρχουν στα πέρατα του διαστήματος και επιτυγχάνονται με τεχνητά μέσα στα γήινα επιστημονικά εργαστήρια. Θερμοκρασίες 20.000.000 K υπάρχουν στο εσωτερικό των αστερών, όπως στον Ήλιο... Σήμερα, η ακριβής μέτρηση της θερμοκρασίας του σύμπαντος μας παρέχει ενδείξεις για τον τρόπο της δημιουργίας του και για την εξέλιξή του. Επίσης, μπορούμε να κατανοήσουμε πώς οι θερμικές μεταβολές συμβάλλουν στη διατήρηση της ζωής μέσα στο κύτταρο. (σελ.117-120)

Οι δομικοί λίθοι ενός σώματος είναι τα μικροσκοπικά σωματίδια από τα οποία φτιάχνεται το σώμα... Στα περισσότερα σώματα οι δομικοί λίθοι είναι τα μόρια, σε μερικά όμως μπορεί να είναι τα άτομα ή και τα ιόντα. Οι μακροσκοπικές ιδιότητες των στερεών και των υγρών μπορούν επίσης να ερμηνευτούν με βάση τον τρόπο κίνησης των δομικών τους λίθων. Τα υγρά έχουν σταθερό όγκο, δεν έχουν συγκεκριμένο σχήμα, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου μέσα στο οποίο τα μεταγγίζουμε. Επίσης ρέουν. Φανταζόμαστε ότι στα υγρά οι δομικοί λίθοι επίσης κινούνται άτακτα «γλιστρώντας» ο ένας επάνω στον άλλο, αλλά διατηρώντας σταθερές αποστάσεις. Αντιθέτως, τα στερεά έχουν συγκεκριμένο σχήμα και βέβαια όγκο. Οι δομικοί τους λίθοι είναι τοποθετημένοι σε καθορισμένες θέσεις γύρω από τις οποίες κινούνται άτακτα.

Η συνεχής, άτακτη κίνηση των δομικών λίθων συνδέεται στενά με τη θερμοκρασία του σώματος...

Μπορούμε να υποθέσουμε ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα που βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα στο δοχείο, τόσο εντονότερη γίνεται η άτακτη κίνηση των δομικών του λίθων. Δηλαδή αυτοί κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα. Οι συγκρούσεις των δομικών λίθων με το έμβολο γίνονται σφοδρότερες, με αποτέλεσμα αυτό να ωθείται προς τα έξω. Επομένως:

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη κινητική ενέργεια έχουν οι δομικοί του λίθοι λόγω της άτακτης κίνησής τους. (σελ.126-127)

Και ταυτόχρονα γίνεται και εισαγωγή του μαθήματος της Χημείας, όπου η θερμοκρασία προσεγγίζεται ως παράγοντας που επηρεάζει τη φυσική κατάσταση της ύλης.



Εικόνα 12. Οι μεταβολές των φυσικών καταστάσεων των υλικών από το βιβλίο της Χημείας Β΄ Γυμνασίου (ebooks.edu.gr)

Στο βιβλίο των Μαθηματικών της Β΄ Γυμνασίου στην ενότητα Επίλυση Τύπων δίνονται ως παράδειγμα οι εξής δραστηριότητες:

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Στις Αγγλοσαξονικές χώρες (κυρίως στις ΗΠΑ) για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται οι βαθμοί Φαρενάιτ (°F). Στον υπόλοιπο κόσμο όμως -όπως και στη χώρα μας- χρησιμοποιούνται οι βαθμοί Κελσίου (°C).

Η σχέση που συνδέει τους °F και τους °C είναι: $F = 1,8C + 32$

α) Ένας Αμερικανός που θέλει να ταξιδέψει στην Ελλάδα πληροφορείται ότι, στην Αθήνα έχει θερμοκρασία 20°C. Μπορείτε να τον βοηθήσετε να μετατρέψει αυτή τη θερμοκρασία σε °F;

β) Ένας Έλληνας που θέλει να ταξιδέψει στη Νέα Υόρκη πληροφορείται ότι, εκεί έχει θερμοκρασία 41°F. Μπορείτε να τον βοηθήσετε να μετατρέψει αυτή τη θερμοκρασία σε °C;

Λύση

α) Όταν γνωρίζουμε τη θερμοκρασία σε °C, είναι εύκολο να βρούμε την αντίστοιχη θερμοκρασία σε °F, γιατί ο τύπος $F = 1,8C + 32$ "αποτυγχάνει αμέσως" (είναι λυμένος, όπως λέμε, ως προς F).

- Για $C = 20$ είναι:

$$F = 1,8 \cdot 20 + 32 = 36 + 32 = 68$$

Άρα, στην Αθήνα έχει θερμοκρασία 68°F.

β) Όταν θέλουμε να μετατρέψουμε °F σε °C, τα πράγματα με τον τύπο $F = 1,8C + 32$ είναι λίγο πιο δύσκολα:

- Για $F = 41$ είναι: $41 = 1,8C + 32$ και στη συνέχεια πρέπει να λύσουμε την εξίσωση αυτή ως προς C:

$$41 - 32 = 1,8C$$

$$9 = 1,8C$$

$$\frac{9}{1,8} = \frac{1,8C}{1,8}$$

$$5 = C$$

Άρα, στη Νέα Υόρκη έχει θερμοκρασία 5°C.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Να μετατρέψετε σε βαθμούς Κελσίου τις θερμοκρασίες τριών ακόμα Αμερικανικών πόλεων:

Βοστώνη: 23°F Βαλτιμόρη: 32°F Λος Άντζελες: 59°F

Λύση

Θα πρέπει, βέβαια, να λύσουμε τρεις εξισώσεις όπως η παραπάνω! Αντί να επαναλάβουμε την ίδια διαδικασία τρεις φορές, λύνουμε πρώτα τον τύπο $F = 1,8C + 32$ ως προς C:

$$F - 32 = 1,8C \quad \text{ή} \quad \frac{F - 32}{1,8} = \frac{1,8C}{1,8}$$

Άρα: $C = \frac{F - 32}{1,8}$

Ο τύπος $C = \frac{F - 32}{1,8}$ είναι ίδιος (ισοδύναμος) με τον τύπο $F = 1,8C + 32$, μόνο που «είναι λυμένος» ως προς C.

Επομένως:

- για $F = 23$ είναι $C = \frac{23 - 32}{1,8} = \frac{-9}{1,8} = -5$
- για $F = 32$ είναι $C = \frac{32 - 32}{1,8} = \frac{0}{1,8} = 0$
- για $F = 59$ είναι $C = \frac{59 - 32}{1,8} = \frac{27}{1,8} = 15$

Διαπιστώσαμε ότι, αν έχουμε μια σχέση που συνδέει δύο ή περισσότερες μεταβλητές, μπορούμε (χρησιμοποιώντας τις τεχνικές που μάθαμε στις εξισώσεις) να λύσουμε τη σχέση αυτή ως προς μία μεταβλητή.

Εικόνα 13. Δραστηριότητες από βιβλίο Μαθηματικών Β΄ Γυμνασίου (ebooks.edu.gr)

Οι δύο αυτές δραστηριότητες, προσπαθούν να λειτουργήσουν ως δραστηριότητες σε πλαίσιο, με ένα κείμενο στην εκφώνηση που περιγράφει μια κατάσταση, αλλά οι μαθηματικές πράξεις που χρειάζονται για να λυθούν, είναι προφανείς. Περιέχουν ακριβώς τις πληροφορίες που χρειάζονται για την επίλυση. Ούτε λιγότερες, ούτε περισσότερες. Πρόκειται για απλές εφαρμογές, αφού απλά αναπαράγεται ο ήδη δοσμένος τύπος, δηλαδή εκτελούνται γνωστές προκαθορισμένες πράξεις και δε δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να συνδέσουν τη νέα γνώση με κάποια προϋπάρχουσα, ώστε να ενσωματωθεί ομαλά και φυσικά ούτε να προβληματιστούν και να αναστοχαστούν, ώστε να γενικεύσουν. (Το εργαλείο ανάλυσης είναι των Wijaya, Heuvel-Panhuizen και Doorman, 2015).

Το μικροπείραμα που ακολουθεί την ενότητα και βρίσκεται στο εμπλουτισμένο ηλεκτρονικό βιβλίο του μαθητή στο φωτόδεντρο, έχει δημιουργηθεί με το πρόγραμμα Geogebra.

Στις Αγγλοσαξονικές χώρες (κυρίως στις ΗΠΑ) για τη μέτρηση της θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται οι βαθμοί Φαρενάιτ (°F). Στον υπόλοιπο κόσμο όμως - όπως και στη χώρα μας - χρησιμοποιούνται οι βαθμοί Κελσίου (°C). Η σχέση που συνδέει τους °F και τους °C είναι: $F = 1,8 C + 32$.

Στο κελί B2 έχει εισαχθεί ο τύπος $=1,8 A1 + 32$ ο οποίος μετατρέπει τους βαθμούς Κελσίου σε Φαρενάιτ και έχει συμπληρωθεί αυτόματα στα κελιά B3 έως B6. Να βρείτε έναν τύπο που να μετατρέπει τους βαθμούς Φαρενάιτ σε Κελσίου, να τον εισαγάγετε στο κελί B9 και στη συνέχεια να συμπληρώσετε αυτόματα τα κελιά B10 έως και B20, ώστε να μετατρέψετε τους βαθμούς Φαρενάιτ της στήλης A σε Κελσίου.

	A	B
1	Βαθμοί Κελσίου (°C)	Βαθμοί Φαρενάιτ (°F)
2		-5
3		100
4		12
5		0
6		20
7		
8	Βαθμοί Φαρενάιτ (°F)	Βαθμοί Κελσίου (°C)
9		23
10		32
11		59
12		0
13		120
14		11
15		90
16		212
17		68
18		30
19		55
20		---

Εικόνα 14. Μικροπείραμα από βιβλίο Μαθηματικών Β΄ Γυμνασίου (ebooks.edu.gr)

Στην Άλγεβρα της Α΄ Λυκείου στο κεφάλαιο των συναρτήσεων και συγκεκριμένα στην παράγραφο της συνάρτησης $f(x) = ax + \beta$ συναντάμε την παρακάτω άσκηση.

5. Να αποδείξετε ότι η εξίσωση της ευθείας που παριστάνει τη σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας C σε βαθμούς Celsius και της θερμοκρασίας F σε βαθμούς Fahrenheit είναι η

$$C = \frac{5}{9}(F - 32).$$

Γνωρίζουμε ότι το νερό παγώνει σε 0°C ή 32°F και βράζει σε 100°C ή 212°F.

Υπάρχει θερμοκρασία που να εκφράζεται και στις δύο κλίμακες με τον ίδιο αριθμό;

Εικόνα 15. Άλγεβρα Α΄ Λυκείου (ebooks.edu.gr)

Θα μπορούσε να προσφέρει κάτι προς την κατεύθυνση που επιθυμούμε, αλλά και μόνο που βρίσκεται στη συγκεκριμένη παράγραφο τα παιδιά καταλαβαίνουν πως πρόκειται για μια γραμμική σχέση και την αντιμετωπίζουν σαν οποιαδήποτε άλλη άσκηση του κεφαλαίου. Είναι στην ευχέρεια του εκάστοτε εκπαιδευτικού, αν θα το διευρύνει ή όχι.

Αντιλήψεις μαθητών

Η περίπτωση της θερμοκρασίας και η σχέση θερμοκρασίας-θερμότητας έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές σε σχέση με τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η εννοιολογική αλλαγή σε αυτές τις δύο έννοιες. Κάποιες φορές κατά την εκπαιδευτική διαδικασία ο εκπαιδευτικός έρχεται αντιμέτωπος με αυτές τις παγιωμένες αντιλήψεις των μαθητών, οι οποίες έχουν διαμορφωθεί πριν από το σχολείο, συνήθως απ' το οικογενειακό περιβάλλον, πολλές από τις οποίες αντιστέκονται και μετά απ' τη διδασκαλία τους.

Ο Erickson (στο Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994) αναφέρει ότι τα παιδιά τείνουν να βλέπουν τη θερμοκρασία ως το μείγμα της θερμότητας και του κρύου μέσα σε ένα αντικείμενο, ή πολλές φορές βλέπουν τη θερμοκρασία απλώς ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας, που κατέχει ένα αντικείμενο, χωρίς διάκριση μεταξύ της έντασης της θερμότητας και της ποσότητας της θερμότητας που έχει.

Πολλά παιδιά θεωρούν ότι η θερμοκρασία ενός σώματος σχετίζεται με το μέγεθος ή τον όγκο του. Για παράδειγμα αν βάλουμε ένα μικρό και ένα μεγάλο παγάκι στην κατάψυξη και ρωτήσουμε τα παιδιά για τη θερμοκρασία τους, θα επικεντρωθούν στο μέγεθος και θα αγνοήσουν το υπόλοιπο περιβάλλον (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002). Κι ακόμα, βασιζόμενα στην καθημερινή τους εμπειρία μέσω της αφής, θεωρούν τη θερμοκρασία ως ιδιότητα των σωμάτων, υποστηρίζοντας την άποψη ότι κάποια υλικά είναι στη σύστασή τους πιο θερμά ή πιο ψυχρά από άλλα. Για παράδειγμα θεωρούν ότι τα μεταλλικά αντικείμενα είναι πιο ψυχρά απ' τα ξύλινα (Tiberghien, 1980).

Σε μαθητές ηλικίας 10-16 ετών είναι πολύ διαδεδομένη η αντίληψη, ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας και χρησιμοποιούν αδιαφοροποίητα τις 2 έννοιες σύμφωνα με τους Wisser και Carey (όπως αναφέρεται στο Σκουμιός, 2018). Και ότι υπάρχουν 2 διαφορετικές οντότητες: η θερμότητα και το ψύχος, που μεταφέρονται από το ένα σώμα στο άλλο. Δεν απέχουν βέβαια πολύ απ' τις απόψεις του Αριστοτέλη και των Ιώνων φιλοσόφων μέχρι και τις διάφορες εξηγήσεις για τα θερμικά φαινόμενα από τους Πειραματιστές το 17ο μ.Χ αιώνα.

Οι Gunes κ.ά. αναφέρουν ακόμα μία εναλλακτική αντίληψη των μαθητών: θεωρούν ότι όταν η θερμοκρασία είναι 40 °C είναι δύο φορές πιο θερμό, από όταν έχουμε 20 °C. Ένας πιθανός λόγος γι' αυτό το λάθος είναι ότι η μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου, θεωρείται ως μοναδικός τρόπος μέτρησης της και εκφράζεται σαν αναλογία. Αν ρωτηθούν τι θερμοκρασία θα έχει ένα ποτήρι, που βρίσκεται στους 0 °C, όταν διπλασιαστεί η θερμοκρασία του, το πιθανότερο είναι ότι θα απαντήσουν πάλι 0 °C, κάτι το οποίο δεν έχει νόημα. Αν όμως σκέφτονταν να εφαρμόσουν τις αναλογίες, μετά τη μετατροπή σε κλίμακα Kelvin το 0 °C είναι 273 K, άρα η διπλάσια θερμοκρασία είναι 546 K, δηλαδή 273 °C. (όπως αναφέρεται στο Inaltekin & Akcay, 2021 σελ.449-450).

Στο εισαγωγικό ερωτηματολόγιο ζητήθηκε απ' τα παιδιά να απαντήσουν όσο πιο αυθόρμητα γίνεται, με σκοπό να διερευνήσουμε τις πρωταρχικές τους αντιλήψεις πάνω στα ζητήματα του ενδιαφέροντός μας. Κι έτσι στο ερώτημα μας: «Κατά τη γνώμη σας τι θα λέγατε πως είναι η θερμοκρασία;» λάβαμε απαντήσεις που ταιριάζουν απόλυτα με τη βιβλιογραφία.

Πέντε παιδιά θεωρούν τη θερμοκρασία ως ιδιότητα των σωμάτων και μέσω της αφής ή κάποιας άλλης αίσθησης προσπαθούν εξηγήσουν τι είναι θερμοκρασία. Κάποιες απ' τις απαντήσεις ήταν: «Η αίσθηση του κρύου και της ζέστης», « Η αίσθηση αν κάτι είναι θερμό ή ψυχρό», «Κατά τη γνώμη μου η θερμοκρασία είναι η θερμοκρασία που αισθανόμαστε». Ενώ κάποιος άλλος εξηγεί και με ποιον τρόπο νιώθει αυτή την αίσθηση λέγοντας: «Θερμοκρασία είναι, όταν πιάνουμε κάτι με το χέρι μας και μας δίνει την αίσθηση του ζεστού και του κρύου». Κάποιο κορίτσι εμπλέκει και τον καιρό λέγοντας: «Το κύμα ζέστης ή κρύου που νιώθουμε ανάλογα με τον καιρό».

Υπήρξε κι άλλη απάντηση που δίνει στη θερμοκρασία τοπική διάσταση και ταυτόχρονα την αντιμετωπίζει ως οντότητα: «Η ζέστη ή το κρύο που βρίσκεται σε έναν χώρο/περιοχή».

Η πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί τη θερμοκρασία ως μέτρο της θερμότητας, χωρίς να διαχωρίζει την ποσότητα από την ένταση: «Η πόση ζέστη ή το κρύο», «Χαρακτηρίζει πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι», «Η μέτρηση της θερμότητας γύρω μας», «Είναι ένας τρόπος με τον οποίο ο άνθρωπος μπορεί εύκολα να καταλάβει αν κάτι είναι ζεστό / κρύο / χλιαρό κλπ» είναι κάποιες απ' τις απαντήσεις που λάβαμε.

Κάποιοι απάντησε μονολεκτικά «Βαθμός», ενώ 2 παιδιά που παρακολουθούν μαθήματα Θετικού προσανατολισμού απάντησαν: «Βαθμός μέτρησης της θερμότητας» και «Θερμοκρασία είναι η κλίμακα ή αλλιώς ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε φαινόμενα που συμβαίνουν λόγω θερμότητας».

Δεν έλειψε και η αντίληψη της μεταφοράς ενέργειας «Η θερμοκρασία κατά τη γνώμη μου είναι η μεταφορά ενέργειας» και αυτή της ιδιότητας ενός σώματος: «Θερμοκρασία πιστεύω είναι όταν κάτι θέλουμε να πούμε ότι είναι κρύο ή ζεστό».

Ένας είπε ότι θερμοκρασία είναι ένα «Φυσικό φαινόμενο». Θεωρεί δηλαδή τη θερμοκρασία ως μεταβολή της φυσικής κατάστασης ενός σώματος, ή την κατατάσσει στη λίστα με τα πιο συνηθισμένα φυσικά φαινόμενα, όπως είναι η βροχή, το χιόνι, η αστραπή, τα σύννεφα, τα κύματα κλπ. Βέβαια σε αυτά δεν συμπεριλαμβάνονται οι μεταβολές που έχουν προέλθει απ' τον ανθρώπινο παράγοντα, όπως είναι η υπερθέρμανση για παράδειγμα του πλανήτη. Και δύο ότι «Είναι ένα φυσικό μέγεθος» και «Το φυσικό μέγεθος που μας δείχνει πόσο κρύο ή ζεστό είναι ένα σώμα». Και αυτοί οι δύο τελευταίοι είναι Θετικού Προσανατολισμού.

Ο λόγος που αναφέρεται η κατεύθυνση που ακολουθούν, είναι ότι στο μάθημα της Φυσικής ασχολούνται με τη Θερμοδυναμική, με προαπαιτούμενη τη βαθιά γνώση της έννοιας της θερμοκρασίας και της θερμότητας. Η έλλειψη των γνώσεων στις θεμελιώδεις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών, οδηγεί τα παιδιά στην κατάταξη αυτών των μαθημάτων στα «δύσκολα» και τη συνεχόμενη μείωση των νέων ατόμων, που επιθυμούν να ακολουθήσουν σταδιοδρομία στις Θετικές Επιστήμες μετά το Λύκειο. Τα παιδιά καταφέρνουν να φτάσουν στη Β' Λυκείου αγνοώντας βασικές έννοιες, σε πολλαπλά επιστημονικά πεδία και κανείς δεν λαμβάνει μέτρα να διορθωθεί όλη αυτή η κατάσταση. Αντιθέτως το εκπαιδευτικό σύστημα παραμένει προσκολλημένο σε μια μορφή αξιολόγησης, μιας υπεραπλουστευμένης μόνο θεώρησης της μάθησης, που αγνοεί τις αλληλεπιδράσεις και τις μεταβολές των πρωταγωνιστών της μάθησης, όπως είναι οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί, τα διοικητικά στελέχη των εκπαιδευτικών μονάδων, η οικογένεια κλπ (Καλαβάσης & Μούτσιος-Ρέντζος, 2015, σελ.66).

Γνωρίζουν ότι η θερμοκρασία είναι μια ποσότητα, που μπορεί να μετρηθεί και περιγράφει ένα φυσικό φαινόμενο, αλλά δεν μπορούν να εξηγήσουν τι μετράει, δηλαδή την κινητική ενέργεια των μορίων του αέρα, στη συγκεκριμένη περίπτωση. Η αυξημένη κίνηση των μορίων οδηγεί στο «θερμό», δηλαδή στην αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ η μειωμένη κίνηση στο «ψυχρό», δηλαδή στη μείωση της θερμοκρασίας.

Μετά το μικρής έκτασης πείραμα που εκτελέσαμε στα πλαίσια της Επιστήμης του Πολίτη, στο δεύτερο ερωτηματολόγιο που δώσαμε για να διερευνήσουμε τυχόν

εννοιολογικές αλλαγές στην έννοια της θερμοκρασίας, δεχθήκαμε και πάλι ποικιλία απαντήσεων.

Οχτώ μαθητές έδωσαν τον ορισμό: «Θερμοκρασία είναι το φυσικό μέγεθος που μετρά την μέση κινητική ενέργεια των δομικών λίθων της ύλης». Κάποιο απ' αυτούς ανέφεραν ως δομικούς λίθους της ύλης τα μόρια, ή άτομα ή ιόντα και κάποιοι ανέφεραν και πώς μπορεί να έχει αποκτηθεί αυτή η κινητική ενέργεια: από μεταφορά, ταλάντωση ή περιστροφή.

Ένας μαθητής, με θετικό προσανατολισμό και μεγάλο ενδιαφέρον προς τις Φυσικές Επιστήμες, καθώς επίσης και έντονη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια όλης αυτής της παρέμβασης απάντησε: «Η θερμοκρασία είναι το φυσικό μέγεθος/ποσότητα που μετράει/προσδιορίζει την κινητική ενέργεια ενός αντικειμένου». Στο πρώτο ερωτηματολόγιο, που διερευνούσε τις πρωταρχικές αντιλήψεις, στην αντίστοιχη ερώτηση είχε απαντήσει «Θερμοκρασία είναι η κλίμακα ή αλλιώς ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε φαινόμενα που συμβαίνουν λόγω θερμότητας». Η παρεξήγηση έχει γίνει, γιατί ο μαθητής δεν έχει κατανοήσει ότι τα σώματα αποτελούνται από μόρια, άτομα κλπ και πόσο μάλλον ότι αυτά κινούνται και διαθέτουν κινητική ενέργεια. Τη δεδομένη στιγμή διδάσκεται «κρούσεις» στο μάθημα της Φυσικής, οπότε με τη μικρής έκτασης έρευνα που πραγματοποίησε, θεώρησε ότι η κινητική ενέργεια, που αναφέρθηκε τόσο μέσα στην τάξη, στον ορισμό της θερμοκρασίας, όσο και στις πηγές του, αναφέρεται στο «αντικείμενο».

Ένας ακόμα μαθητής Θετικού προσανατολισμού απάντησε ότι «θερμοκρασία είναι το μέγεθος που επινοήσαμε για να μετράμε πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα». Ο ίδιος είναι που είχε απαντήσει αρχικά, ότι θερμοκρασία είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Εντύπωση κάνει το ρήμα που χρησιμοποίησε για να περιγράψει ένα φυσικό μέγεθος. Δεν είπε «ονομάσαμε», είπε «επινοήσαμε». Αν για παράδειγμα χρησιμοποιούσε την έκφραση «ορίσαμε ως...», για να εξηγήσει μια μαθηματική έννοια ή ακόμα και μια μαθηματική πράξη, ίσως να ήταν αποδεκτό. Αλλά χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο ρήμα, για να περιγράψει μια έννοια που θεμελιώνεται απ' την Φυσική Επιστήμη, που είναι η Επιστήμη που μελετά τη Φύση, δηλαδή όλες τις συνιστώσες της ύλης και τις αλληλεπιδράσεις τους.

Ένα κορίτσι του προσανατολισμού ανθρωπιστικών σπουδών απάντησε ότι «θερμοκρασία είναι μια φυσική ποσότητα που δείχνει την εσωτερική ενέργεια ενός αντικειμένου, ωστόσο η θερμοκρασία του σώματος ή της φυσικής διαφέρει απ' τον γενικό ορισμό» και ένα αγόρι Θετικού Προσανατολισμού «Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει το πόσο κρύο ή ζεστό είναι ένα σώμα και μετριέται με ένα θερμόμετρο σε διάφορες κλίμακες. Από Φυσική άποψη, το μέτρο της θερμοκρασίας εκφράζει τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων του σώματος αυτού». Και στις δύο αυτές απαντήσεις διαχωρίζεται η Επιστημονική γνώση από την προσωπική εμπειρία, δηλαδή θεωρούν ότι αυτά που μαθαίνουν στο σχολείο είναι ξεκομμένα από την καθημερινή τους ζωή.

Δύο παιδιά έδωσαν ακριβώς την ίδια απάντηση: «Είναι ένα φυσικό μέγεθος, που μετράει την εσωτερική ενέργεια/θερμότητα κυρίως του περιβάλλοντος» και άλλα δύο, επηρεασμένα από την Επιστήμη της Μετεωρολογίας και το βασικό ρόλο που διαδραματίζει σε αυτή, η μέτρηση της θερμοκρασίας, τόσο για την ίδια την παρατήρηση των φαινομένων, όσο και για την πρόβλεψη, απάντησαν ότι είναι ένα φυσικό μέγεθος που περιγράφει και εξηγεί την κατάσταση που επικρατεί στην ατμόσφαιρα.

Μία ακόμα μαθήτρια, δεν έδωσε τον ορισμό της θερμοκρασίας, αλλά έγραψε πως η μέτρησή της, είναι πολύ χρήσιμη για την κατανόηση πολλών πραγμάτων, που συμβαίνουν σε αυτό τον πλανήτη.

Δυστυχώς πολλές απ' τις απαντήσεις των παιδιών μπορέσαμε να τις εντοπίσουμε σε διάφορες ιστοσελίδες στο διαδίκτυο. Το οποίο φανερώνει δύο πράγματα: Απ' τη μια μεριά, τα παιδιά μπήκαν στη διαδικασία να ερευνήσουν και να αναζητήσουν πηγές, αφιέρωσαν κάποιο χρόνο και απ' την άλλη κάποια απ' αυτά, δεν μπήκαν καν στον κόπο να μελετήσουν τα ευρήματά τους και να γράψουν αυτά που κατανόησαν, όπως τους ζητήθηκε, όσα και ό, τι κι αν ήταν. Πέντε απ' τις απαντήσεις ανέφεραν μάλιστα στο τέλος και το όνομα της ιστοσελίδας, απ' την οποία αντλήθηκαν οι πληροφορίες. Συγκεκριμένα 2 wikipedia.org, 2 encyclopedia-titanica.com και 1 meteorologiaenred.com. Και κάποιες απ' τις υπόλοιπες απαντήσεις φανέρωναν την προέλευσή τους, αλλά δεν αναγραφόταν η πηγή.

Το σύνολο των παραπάνω παρατηρήσεων, αποδεικνύει για ακόμα μια φορά, πόσο δύσκολο είναι για τους/τις μαθητές/τριες να κατανοήσουν την έννοια της θερμοκρασίας και πόσο επίπονος και γεμάτος εμπόδια ο δρόμος προς την εννοιολογική αλλαγή. Βαθιά ριζωμένες οι πρωταρχικές αντιλήψεις, καθιστούν εξαιρετικά δύσκολο το ζητούμενο. Κάτι που δεν επιβαρύνει μόνο τον/την εκπαιδευτικό, αλλά και τους/τις μαθητές/τριες, οι οποίοι/ες πολλοί/ες απ' αυτούς/ές προσπάθησαν να αντεπεξέλθουν στα αναμενόμενα απ' αυτούς/ές, χωρίς επιτυχία.

Όργανα και μονάδες μέτρησης της Θερμοκρασίας

Η επόμενη ομάδα ερωτήσεων αφορούσε τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Στο ερώτημα «Γνωρίζετε όργανα με τα οποία μετράμε τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποια;» και οι 18 μαθητές στο αρχικό ερωτηματολόγιο απάντησαν το θερμόμετρο και μόνο ένας μαθητής πρόσθεσε και το πυρόμετρο, χωρίς να δώσει περαιτέρω εξηγήσεις. Πυρόμετρο είναι εκείνο το ειδικό όργανο, με το οποίο καταγράφεται η ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα, βάσει της οποίας μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία του. Κάθε σώμα, του οποίου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη του απόλυτου μηδέν, εκπέμπει ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας.



Εικόνα 16. Το θερμόμετρο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις

Τα θερμόμετρα που μοιράστηκαν στους μαθητές, είναι αυτά που απεικονίζονται στην Εικόνα 17 και είναι γυάλινα θερμόμετρα οινόπνευματος, με μεταλλική πλάτη, για να μπορούν να τα στερεώσουν στο σημείο, που θα επέλεγαν. Έχουν ύψος 145 mm και εύρος -30

°C μέχρι +110 °C. Η αντίστοιχη διαβάθμιση για Fahrenheit ήταν -20 °F μέχρι +230 °F . Προτιμήθηκαν αυτά για χρήση απ' τους μαθητές, έναντι αυτών του υδραργύρου, λόγω μικρότερης τοξικότητας και λιγότερης επικινδυνότητας.

Μετά τις μετρήσεις τους και την όλη διαδικασία στο τελικό ερωτηματολόγιο, βρέθηκαν πάλι τέσσερις μαθητές, που απάντησαν μονολεκτικά, ότι τη θερμοκρασία τη μετράμε με θερμόμετρο. Δύο μαθητές, εκτός απ' το θερμόμετρο, πρόσθεσαν και το μανόμετρο. Δεν εξήγησαν βέβαια το σκεπτικό τους, αλλά είναι πιθανόν να γνωρίζουν ότι η πίεση επηρεάζει τον αέρα κατά συνέπεια και τη θερμοκρασία του και αν είναι αυτός ο λόγος που το έγραψαν. Οι υπόλοιποι πρόσθεσαν διάφορες κατηγορίες θερμομέτρων και διάφορες άλλες ενδιαφέρουσες λεπτομέρειες.

Επτά μαθητές ανέφεραν το θερμόμετρο υδραργύρου και μόνο 2 του οινοπνεύματος, ενώ είχε αφιερωθεί αρκετός χρόνος, ώστε να εξηγηθεί τι είναι αυτό το θερμόμετρο που δόθηκε στον καθένα/καθεμία τους. Τέσσερις ανέφεραν το ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό/ψηφιακό, ένας το ακροβάθμιο (αναφέρεται στο θερμόμετρο του Γαλιλαίου), ένας το θερμομανόμετρο, δύο το πυρόμετρο, δύο το οπτικό θερμόμετρο, ένας τη θερμική κάμερα, ένας το θερμόμετρο υπερύθρων με λέιζερ και ένας το μεταλλικό θερμόμετρο (αναφέρεται στο θερμόμετρο ελατηρίου). Τέλος ένα παιδί πρόσθεσε τους θερμοστάτες (βιομηχανικούς, ψυκτικούς, τοπικούς κλπ). Ένας μαθητής μας εξηγεί ότι «η λειτουργία του θερμόμετρου βασίζεται στο φαινόμενο της διαστολής και της συστολής» και τέλος μία ακόμα μαθήτρια δίνει έναν εναλλακτικό τρόπο μέτρησης της θερμοκρασίας, μέσω της ανάλυσης των ιδιοτήτων της ύλης.

Στην ερώτηση «Γνωρίζετε ποιες μονάδες μέτρησης χρησιμοποιούνται για τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποιες;» η κλίμακα Κελσίου αναφέρθηκε 17 φορές στο εισαγωγικό ερωτηματολόγιο και απ' όλα τα παιδιά, 18 φορές, στο τελικό ερωτηματολόγιο. Στον Πίνακα 3 Φαίνονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο ένας μαθητής απάντησε ότι μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας είναι το «Ζεστό και κρύο».

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, ανάμεσα στις απαντήσεις εμφανίστηκε 6 φορές η κλίμακα του Ρεωμύρου και μία φορά η κλίμακα Ρανκιν. Η κλίμακα του Ρεωμύρου είναι μία θερμομετρική κλίμακα, η οποία ορίστηκε απ' το δημιουργό της με τον ίδιο τρόπο που είναι ορισμένη και η κλίμακα Κελσίου, μόνο που το σημείο βρασμού έχει οριστεί στους 80 °C (σε κανονικές συνθήκες) και είναι το σημείο που συνυπάρχει το υγρό με τους υδρατμούς. Οι εφαρμογές της είναι ελάχιστες στη σύγχρονη εποχή και περιορίζονται μόνο σε κάποιες γαλακτοβιομηχανίες.

Πίνακας 3. Απαντήσεις των μαθητών/τριων για μονάδα μέτρησης της Θερμοκρασίας

Κλίμακα	Αρχικές απαντήσεις	Τελικές απαντήσεις
Κελσίου	17	18
Φαρενάϊτ	8	18
Κέλβιν	4	15
Ρεωμύρου	0	6
Ράνκιν	0	1
Άλλο	1	0

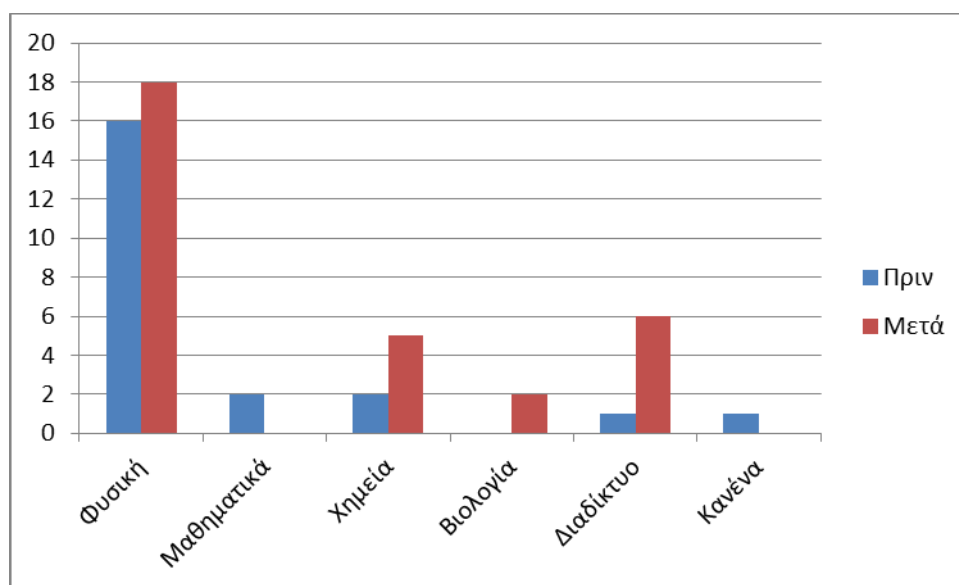
Η κλίμακα Rankine παρουσιάζει ενδιαφέρον. Πρόκειται για μια θερμοδυναμική κλίμακα θερμοκρασίας, που παίρνει μόνο θετικές τιμές, αφού αναφέρεται στο απόλυτο

μηδέν, στην κλίμακα Kelvin, δηλαδή $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $-459,67\text{ }^{\circ}\text{F}$. Κάτι που πειραματικά και πρακτικά είναι αδύνατον να επιτευχθεί.

Στην ερώτηση «Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται στη χώρα μας; Αν ναι, ποια;» η απάντηση στο εισαγωγικό ερωτηματολόγιο ήταν κοινή για τους 16 απ' τους 18 συμμετέχοντες: Κελσίου. Οι 2 απάντησαν «Όχι, δεν γνωρίζω». Μετά τις μετρήσεις οι 17 στους 18 απάντησαν Κελσίου, εκ των οποίων ο ένας απάντησε «Κελσίου και Φαρενάϊτ» και ο δέκατος όγδοος απάντησε Κέλβιν.

Στην ερώτηση «Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες στον κόσμο; Αν ναι, σε ποιες χώρες και ποιες μονάδες;» τα πράγματα πήγαν λίγο χειρότερα. Στις αρχικές τους απαντήσεις υπήρχαν 8 που απάντησαν όχι ή/ και δε γνωρίζω. Ένας έβαλε «.» (τελεία), λόγω της υποχρεωτικότητας της ερώτησης, για να μπορέσει να ολοκληρώσει τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Οι υπόλοιποι έγραψαν Fahrenheit και δύο αντιστοίχισαν στην Ευρώπη την κλίμακα Κελσίου και στις ΗΠΑ την κλίμακα Φαρενάϊτ, κάτι που έγινε απ' την πλειοψηφία τους (16 στους 18) στις τελικές τους απαντήσεις. Εκεί ένας απάντησε «Δεν ξέρω» και ένας μαθητής είπε ότι και στον υπόλοιπο κόσμο χρησιμοποιείται η κλίμακα Κελσίου, όπως και στην Ελλάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι δύο απ' τα παιδιά έγραψαν, ότι η επιστημονική κοινότητα σε ολόκληρο τον κόσμο, χρησιμοποιεί την κλίμακα Κέλβιν, επειδή δεν παίρνει αρνητικές τιμές.

Τελειώνοντας αυτή την ενότητα στην ερώτηση «Τις γνώσεις από ποιο μάθημα ή ποια μαθήματα χρησιμοποιήσατε για να απαντήσετε στις προηγούμενες ερωτήσεις;» η συντριπτική πλειοψηφία, απάντησε και πριν και μετά την παρέμβαση το μάθημα της Φυσικής. Και ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο τα Μαθηματικά είχαν 2 εμφανίσεις, ίσως επειδή η εκπαιδευτικός που ήταν υπεύθυνη του προγράμματος, διδάσκει Μαθηματικά, τα παιδιά θεώρησαν ότι συνδέονται, στις τελικές τους απαντήσεις τα Μαθηματικά δεν αναφέρθηκαν καμία φορά, ενώ η Χημεία από 2 που ήταν στο αρχικό, αναφέρθηκε 5 φορές και εμφανίστηκε και το μάθημα της Βιολογίας, που απουσίαζε στο αρχικό. Το διαδίκτυο συμβουλευθήκαν 6 παιδιά, σύμφωνα με τα λεγόμενά τους.



Γράφημα 1. Ραβδόγραμμα συχνοτήτων «Από ποιο μάθημα ή μαθήματα άντλησαν τις πληροφορίες τους»

Κατάλληλες συνθήκες για αξιόπιστες μετρήσεις

Όταν ζητήθηκε απ' τους/τις μαθητές/τριες να περιγράψουν το σημείο στο οποίο τοποθέτησαν το όργανο που τους δόθηκε και να δικαιολογήσουν την επιλογή τους, έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον, κάτι που δεν είχε διαφανεί απ' τα μέχρι στιγμής δεδομένα.

Για να μπορέσουν να συγκρίνουν μεταξύ τους τις μετρήσεις τους και να έχουν αξιόπιστα αποτελέσματα, θα πρέπει αυτές οι μετρήσεις να έχουν γίνει υπό τις ίδιες συνθήκες. Για παράδειγμα αν ένα θερμόμετρο βρίσκεται εκτεθειμένο απευθείας στον ήλιο, θα απορροφήσει ηλιακή ακτινοβολία και θα δείξει σαφώς μεγαλύτερη μέτρηση από ένα άλλο θερμόμετρο, που βρίσκεται υπό σκιά. Όπως και αν ένα θερμόμετρο είναι εκτεθειμένο στον αέρα, θα δείξει άλλη τιμή, από ένα άλλο που είναι προστατευμένο. Ή αν ένα θερμόμετρο είναι στερεωμένο πάνω σε τοίχο, θα μετρήσει τη θερμοκρασία του τοίχου. Ή αν είναι τοποθετημένο σε παράθυρο, το πιθανότερο είναι ότι θα δείξει τη θερμοκρασία του εσωτερικού του κτιρίου και όχι του περιβάλλοντος. Καμία απ' τις ομάδες δεν σκέφτηκε να συνεννοηθούν τα μέλη μεταξύ τους και να συμφωνήσουν σε ποιο σημείο θα τοποθετούσαν τα θερμόμετρα τους. Οι απαντήσεις τους όμως διέθεταν και ποικιλία και ενδιαφέρον.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας (WMO) δίνει σαφείς οδηγίες, ώστε να μπορούν οι μετρήσεις απ' όλον τον κόσμο να μπορούν να αξιοποιηθούν. Τα θερμόμετρα θα πρέπει να τοποθετούνται σε μέρος ευάερο, να προστατεύονται από πτώσεις και απ' την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και σε ένα ορισμένο ύψος από το έδαφος, ώστε να μη μετράνε τη θερμότητα της Γης (η ενέργεια που απορροφά το έδαφος κατά τη διάρκεια της ημέρας απ' την ηλιακή ακτινοβολία, μπορεί να τροποποιήσει τις μετρήσεις).

Όλοι τοποθέτησαν το θερμόμετρο σε εξωτερικό χώρο, αυτές ήταν εξάλλου και οι οδηγίες που είχαν δεχτεί, με τις λέξεις μπαλκόνι, αυλή, βεράντα να εμφανίζονται σχεδόν σε όλες τις απαντήσεις. Εννιά φορές αναφέρθηκε η λέξη «ήλιος», σε πέντε απαντήσεις η λέξη «αέρας/άνεμος» (συνολικά αναφέρθηκε 6 φορές) και δύο η λέξη «σκιά». Το σύνολο των μαθητών/τριών απασχόλησε η ακρίβεια-εγκυρότητα των μετρήσεων, όπως και το «να μην πάθει κάτι το θερμόμετρο». Ακολουθούν κάποιες απ' τις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά, για να γίνει κατανοητό το σκεπτικό τους.

«Το σημείο που επέλεξα να τοποθετήσω το θερμόμετρο ήταν σε μέρος που δεν έπεφτε αρκετά ο ήλιος πάνω του, ούτε φυσούσε ο αέρας αλλά κάπου ενδιάμεσα έτσι ώστε να μην καταγραφεί η θερμοκρασία μιας μόνο πλευράς», «Το σημείο που τοποθέτησα το όργανο που μου δόθηκε ήταν το μπαλκόνι του δωματίου μου το οποίο βρίσκεται σε μία θέση όπου ο ήλιος δεν το επηρεάζει αλλά ούτε υπάρχει απόλυτη σκιά», «Τοποθέτησα το θερμόμετρο σε ένα σημείο του μπαλκονιού μου όπου δεν έχει συνήθως πολύ αέρα και καθώς δεν υπάρχει κίνδυνος να πάθει κάτι το θερμόμετρο», «Σε ανοιχτό έξω από το σπίτι, σε μέρος που προστατεύεται από άσχημες καιρικές συνθήκες». Θεωρούν ότι, όταν το θερμόμετρο είναι εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες, δεν δίνει ασφαλείς μετρήσεις. Πράγματι, η ηλιοφάνεια αυξάνει τη θερμοκρασία, αφού η μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια, σημαίνει ότι τα ποσά της ηλιακής ακτινοβολίας είναι μεγάλα και τόσο η θερμική κατάσταση της Γης, όσο και κάποιων στρωμάτων της ατμόσφαιρας, ρυθμίζονται από αυτά. Όπως και η βροχή. Όταν η μάζα των υδρατμών, που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και σχηματίζουν τα σύννεφα, γίνει αρκετά μεγάλη, ώστε τα μόρια των υδρατμών να μην μπορούν να συγκρατηθούν απ' την άνωση που δέχονται, τότε πέφτουν ως βροχή. Αλλά και η ίδια η νεφοκάλυψη επηρεάζει τη θερμοκρασία,

αφού όπως είναι φανερό μειώνει το εύρος της ημερήσιας θερμοκρασίας ενός τόπου. Έγραψε ένα παιδί: «Έξω από την μπαλκονόπορτα, σε ένα σημείο όπου δεν πέφτει ήλιος, ούτε πολλή βροχή, ώστε οι μετρήσεις να είναι περισσότερο ακριβείς.»

Κάποιοι ήταν πιο αναλυτικοί: «Τοποθέτησα το θερμόμετρο οινόπνευματος σε εσοχή παραθύρου που βλέπει σε εσωτερική αυλή, συγκροτήματος πολυκατοικιών. Επέλεξα το σημείο, αρχικά για λόγους ασφαλείας καθώς υπήρχε μικρή πιθανότητα να παρασυρθεί από τον άνεμο στην εσοχή του παραθύρου. Επιπλέον, θεώρησα ότι το συγκεκριμένο σημείο ήταν ιδανικό, καθώς δεν δεχόταν συνεχής έκθεση στον ήλιο (παρά μόνο συγκεκριμένες ώρες της ημέρας), ενώ δεν επηρεάζονταν οι μετρήσεις από βόρειους ανέμους.» Ο μαθητής γνωρίζει ότι η άσφαλτος και το τσιμέντο των αστικών περιοχών, αποδεδειγμένα απορροφά μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας, απ' ότι μια δασική ή αγροτική περιοχή και έτσι αποφασίζει να περιγράψει ακριβώς το σημείο που τοποθέτησε το θερμόμετρο, γιατί ξέρει ότι οι μετρήσεις του θα επηρεαστούν. Αναφέρει επίσης τη λέξη άνεμος και όχι αέρας, τονίζοντας με αυτό τον τρόπο, ότι η οριζόντια μεγάλη έντασης κατεύθυνση του αέρα θα περιορίσει την έρευνά του.

Και ένα κορίτσι σκέφτηκε πιο πρακτικά: «Τοίχος/φράχτης τοποθέτησα εκεί το θερμόμετρο που μου δόθηκε γιατί προεξέχει ένα σίδερο στο οποίο μπορούσα να δέσω το θερμόμετρο, χρειάζεται να περάσω από εκεί κάθε φορά που φεύγω/έρχομαι στο σπίτι μου όποτε ήταν ένα βολικό σημείο. Ο τοίχος δεν πρέπει να περνάει το ένα μέτρο και κατά τις πρωινές/μεσημεριανές ώρες βρίσκεται στην μεριά του ήλιου.»

Κατανοούν ότι πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα ορισμένο ύψος πάνω απ' το έδαφος και γενικά ότι η θέση του οργάνου είναι καθοριστική για την εγκυρότητα των μετρήσεών τους, αλλά δεν λείπουν και τα λάθη: «Τοποθέτησα το θερμόμετρό μου έξω από το μικρό παράθυρο της κουζίνας καθώς εκεί δεν υπήρχε κίνδυνος να το πάρει ο αέρας ή ο σκύλος μου, αλλά κυρίως γιατί εκεί πίστευα πως οι μετρήσεις θα γινόντουσαν πιο ακριβείς, λόγω του ύψους και της θέσης του», «Κρεμασμένο δίπλα σε παράθυρο με μάρμαρο και βορειοδυτική κατεύθυνση». Νιώθουν την ανάγκη να δώσουν όσο το δυνατόν περισσότερες λεπτομέρειες, για την ακριβή θέση που επέλεξαν, θεωρώντας ότι οι απαντήσεις και οι μετρήσεις τους αποκτούν περισσότερο κύρος με αυτό τον τρόπο.

Ένα κορίτσι απάντησε: «Σε ένα σημείο του σπιτιού όπου μεσολαβεί παχύς τοίχος έτσι ώστε να μην επηρεάζει η εσωτερική θερμοκρασία ενώ παράλληλα στο σημείο αυτό δεν πέφτει πάνω ο ήλιος για πάρα πολύ ώρα». Σκέφτηκε ότι η εσωτερική θερμοκρασία του σπιτιού θα επηρεάσει τις μετρήσεις της.

Οι επόμενες δύο απαντήσεις οδηγούν σε αμφισβήτηση των αντίστοιχων μετρήσεών τους: «Το όργανο το τοποθέτησα σε μια εξωτερική ντουλάπα που εκεί μπορεί να πιάσει διάφορες θερμοκρασίες» και «Το έβαλα πάνω σε ένα τραπέζι γιατί δεν έπεφτε πολύ ήλιος ούτε σκιά ήταν ενδιάμεσα.». Η μαθήτριά που έδωσε την πρώτη απάντηση δεν ξεκαθαρίζει αν το τοποθέτησε στο εξωτερικό ή στο εσωτερικό της ντουλάπας, ενώ στη δεύτερη απάντηση, που έδωσε πάλι κορίτσι, άλλης ομάδας, δεν μας γνωστοποιεί αν το θερμόμετρο διατηρούταν σε όρθια θέση, ή μετατοπιζόταν, αφού δεν αναφέρεται καθόλου στο αν ήταν στερεωμένο ή όχι.

Στην ανακαλυπτική μάθηση, ο μαθητής και το εργαλείο που του έχει δοθεί βρίσκονται στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας. Η προσπάθεια των παιδιών να εξηγήσουν όσο το δυνατόν καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο μεταχειρίστηκαν τα

θερμόμετρά τους, δείχνει την μεγάλη ανάγκη για αλλαγή της σχολικής νοοτροπίας. Μπορεί τα μαθησιακά αποτελέσματα της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης να είναι πολύ δύσκολο να μετρηθούν, αλλά αυτά τα λίγα, που «ανακάλυψαν» τα παιδιά και μπήκαν στη διαδικασία να «σκεφτούν», το λίγο αυτό χρόνο εκτός σχολικής τάξης, έχουν εμπεδωθεί απ' όλους, χωρίς διάκριση σε «καλούς» και «αδύνατους» μαθητές.

Συλλογή δεδομένων

Στο στάδιο συλλογής των δεδομένων της θερμοκρασίας από τα παιδιά στο πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη παρατηρήθηκαν αρκετά ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Η παρούσα εργασία έχει βασιστεί στην ανακαλυπτική μάθηση, που όπως όλες οι κοινωνικό-κονστρουκτιβιστικές θεωρίες μάθησης προάγουν την ιδέα ότι οι μαθητές/τριες φτάνουν πιο γρήγορα το επιθυμητό αποτέλεσμα, που είναι η γνώση, μέσω της συνεργασίας τους με συνομηλίκους τους, εργαζόμενοι πάνω σε ρεαλιστικές εργασίες, σε ρεαλιστικά περιβάλλοντα με ρυθμιστή τον ίδιο τους τον εαυτό και όχι τον εκπαιδευτικό ή τη σχολική ύλη. Ειδικά στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών όλα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν αφήνοντας τους μαθητές «να ενεργούν σαν επιστήμονες», δηλαδή να αφήνουμε χώρο και χρόνο στους μαθητές να εκτελούν πειράματα, να ανακαλύπτουν σχέσεις μεταξύ των φαινομένων και να κατασκευάζουν μοντέλα, για να εκφράζουν και να επικοινωνούν τη νεοαποκτηθείσα γνώση τους (Joolingen, de Jong, Lazonder, Savelsbergh & Manlove, 2005). Οι εκπαιδευόμενοι πειραματίζονται και μοντελοποιούν, αντί να παρακολουθούν απλά μία διάλεξη ή να λύνουν μία άσκηση στο χαρτί και έτσι ανακαλύπτουν και εξοικειώνονται με τον τρόπο που εργάζονται και σκέφτονται οι επιστήμονες. Αυτός ήταν και ο σκοπός της συλλογής των δεδομένων με αυτόν τον τρόπο. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε τους ώθησε να προσπαθήσουν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα που συνέλεξαν και να διατυπώσουν κάποιες υποθέσεις που στηρίζονται πάνω σε αυτά. Δηλαδή να οδηγηθούν στην ανακάλυψη κάποιου κανόνα, που να χαρακτηρίζει το πεδίο μελέτης τους, συγκεκριμένα τη θερμοκρασία. Οι de Jong και van Joolingen, το 1998 στην εργασία τους «Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains» εξηγούν πως η ανακαλυπτική μάθηση έχει μετατοπιστεί από την αρχική της μορφή, όπου οι εκπαιδευόμενοι ανακάλυπταν έννοιες, στη σημερινή σύγχρονη μορφή της, δηλαδή στη διατύπωση υποθέσεων και τελικά κανόνων.

Στο μικρής έκτασης πείραμα που συμμετείχαν οι μαθητές/τριες, στη δική μας έρευνα, έπρεπε για κάθε ημέρα να επιλέξουν ανάμεσα σε τρεις επιλογές ένα χαρακτηρισμό για τη θερμοκρασία που λάμβαναν (Υψηλή, Κανονική και Χαμηλή). Στην πραγματικότητα τους παρείχαμε μερικώς ορισμένες υποθέσεις και καλούνταν να κρίνουν με ποια συμφωνούν τα δεδομένα τους, λαμβάνοντας υπόψιν τις διάφορες μεταβλητές, τις σχέσεις που δημιουργούνταν και τις διάφορες συνθήκες που επικρατούσαν σε κάθε περίπτωση.

Η συνεργασία ανάμεσα στα μέλη κάποιων ομάδων ήταν αρμονική και τα παιδιά σε άμεση επικοινωνία μεταξύ τους κάθε βράδυ, συναποφάσιζαν και σημείωναν αυτό που έκριναν ως αντιπροσωπευτικό για κάθε μέρα. Σε κάποιες ομάδες πάλι το κλίμα που επικρατούσε, δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να χαρακτηριστεί ως ιδανικό. Και είναι αυτές οι ομάδες που στο τέλος δεν παρέδωσαν το ημερολόγιο συναντήσεων και κινήσεων, που τους είχε ζητηθεί. Παρατηρήθηκε ότι την πρώτη μέρα των παρατηρήσεων μέχρι το βράδυ δεν είχαν συμπληρωθεί όλα τα πεδία που αντιστοιχούσαν σε συγκεκριμένες ομάδες

και υπήρξαν παράπονα απ' τις άλλες ομάδες, ότι όταν επισκέφθηκαν εκ νέου το κοινόχρηστο έγγραφο για να προσθέσουν το χαρακτηρισμό, είδαν να έχει σημειώσει κάποιος άλλος στο δικό τους πεδίο, μεταβάλλοντας τη δική τους τιμή, ή ακόμα απλά να έχει διαγραφεί και το κελί να είναι κενό. Επειδή υπήρχε άμεση επικοινωνία εκείνες της ημέρες των μετρήσεων μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων, πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή συνάντηση της ολομέλειας, όπου εξηγήθηκε ξανά η διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί, δόθηκε ανατροφοδότηση και συμπληρώθηκε υπό την επίβλεψή μας. Να σημειωθεί ότι κατά το εισαγωγικό δίωρο, που είχε πραγματοποιηθεί τις προηγούμενες μέρες, εκτός από την ενημέρωση για την όλη διαδικασία και την επίδειξη λειτουργίας του εγγράφου, με διαμοιρασμό της οθόνης είχαν δοκιμάσει όλοι οι μαθητές να συμπληρώσουν κάτι στο κοινόχρηστο έγγραφο για δύο λόγους: Και για να εξοικειωθούν, αλλά κυρίως για να καταστεί βέβαιο, ότι όλοι είχαν καταλάβει τι έπρεπε να κάνουν.

Επειδή η πλειοψηφία των μαθητών δεν διαθέτουν ηλεκτρονικό υπολογιστή, αλλά μόνο κινητό τηλέφωνο, τη δεύτερη μέρα εφαρμογής επισκεφθήκαμε την αίθουσα υπολογιστών του σχολείου, όπου δόθηκαν επιπλέον διευκρινήσεις και λύθηκαν ορισμένες απορίες διαδικαστικού κυρίως χαρακτήρα. Αυτή τη δεύτερη μέρα υπήρξαν και πάλι ελάχιστα προβλήματα, κυρίως στις πρωινές μετρήσεις, ενώ απ' την τρίτη μέρα μέχρι το τέλος δεν υπήρξε κανένα ζήτημα.

Από τώρα και στο εξής οι ομάδες θα ονομάζονται με το τοπωνύμιο της περιοχής για να υπάρξει συσχέτιση των απαντήσεων τους. Οι τελικοί συμπληρωμένοι πίνακες δίνονται στο Παράρτημα Ι.

Στις ερωτήσεις «Με ποιον τρόπο αποφασίζατε σε κάθε μέτρηση αν η θερμοκρασία που σημειώνατε κάθε φορά ήταν χαμηλή, κανονική ή υψηλή;» και «Τώρα που ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις σας, θα αλλάζατε κάτι στους χαρακτηρισμούς "χαμηλή, κανονική ή υψηλή" σε κάποιες μετρήσεις; Αν ναι, σε ποιες μετρήσεις και γιατί;» υπήρξε μεγάλη ποικιλία απαντήσεων.

Η ομάδα «Μεσαριά», που και τα τρία μέλη της ήταν κορίτσια, Ανθρωπιστικού προσανατολισμού και οι τρεις, χαρακτήρισε 8 απ' τις 15 μετρήσεις ως υψηλές, τις 7 ως κανονικές και καμία ως χαμηλή. Οι δύο απ' τις τρεις, κατόπιν συνεργασίας, που δεν ήταν απλά αναμενόμενο, αλλά και ζητούμενο για την παρέμβαση, έδωσαν σχεδόν την ίδια απάντηση, θέτοντας ως κριτήριο τη γεωγραφική θέση: «Βάσει των έντονων κλιματικών αλλαγών σε σύγκριση με άλλα μέρη της χώρας καθώς και λαμβάνοντας υπόψιν το μέρος (πχ νησί-στεριά-βουνό)». Η τρίτη της ομάδας έδωσε την εξής απάντηση: «Είχαμε ως κριτήριο καθαρά το θερμόμετρο καθώς στο σημείο που ήταν τοποθετημένο δεν υπήρχε περίπτωση να υπάρξει κάποια ανακρίβεια». Μιλώντας στο πρώτο πληθυντικό, τοποθετεί τον εαυτό της στην ομάδα, αλλά ταυτόχρονα τον διαχωρίζει αφού η απάντησή της δε δείχνει να έχει συζητήσει με τα άλλα δύο μέλη. Θέτει ζήτημα «ανακρίβειας», την οποία αποκλείει να έχει συμβεί, αφού πιστεύει ότι έχει κάνει σωστά τις μετρήσεις. Αλλά δεν εξηγεί με τι σύγκριναν τις μετρήσεις τους, για να τις χαρακτηρίσουν όπως τους ζητήθηκε. Στην αμέσως επόμενη ερώτηση, για το αν θα άλλαζαν κάτι, πάλι γίνεται φανερό ότι η συγκεκριμένη μαθήτρια, η οποία απάντησε «Όχι δεν θα αλλάζαμε κάτι» δε συνεργάστηκε με τις άλλες δύο, αν και συμφωνούσε μαζί τους. Η κοινή απάντηση των άλλων δύο ήταν:

«Όχι δεν θα αλλάζαμε καθώς οι κλιματικές αλλαγές και επιδράσεις είναι εμφανείς σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας». Επιμένουν στο γεωγραφικό κριτήριο που είχαν

θέσει εξ' αρχής, θεωρώντας ότι η θερμοκρασία στη νησιωτική Ελλάδα και συγκεκριμένα στα Δωδεκάνησα είναι πιο υψηλή απ' την υπόλοιπη χώρα.

Η ομάδα «Ζιά» αποτελούταν από ένα κορίτσι και δύο αγόρια και τα τρία Θετικού Προσανατολισμού. Πρόκειται για το χωριό με το μεγαλύτερο υψόμετρο στο νησί. Χαρακτήρισαν τρεις μετρήσεις ως χαμηλές, μία πρωινή και δύο βραδινές, τρεις ως κανονικές και τις υπόλοιπες 9 ως υψηλές. Στην ερώτηση πώς αποφάσιζαν για το χαρακτηρισμό, οι τρεις διαφορετικές απαντήσεις που έδωσαν συμπλήρωναν η μία την άλλη: «Εβλεπα τον καιρό στο Ίντερνετ και σύγκρινα», «Ανάλογα με το μήνα», «Κρίναμε ανάλογα με το σύνηθες όριο που έχει η κάθε εποχή και ο τόπος μας». Θέτουν ως κριτήριο το μέσο όρο των θερμοκρασιών της περιοχής, ανάλογα με τη χρονική περίοδο και συγκρίνουν τα δικά τους ευρήματα. Δεν κάνει καμιά εντύπωση το γεγονός ότι μάλλον δεν συνεργάστηκαν και δεν συζήτησαν μεταξύ τους τις απαντήσεις τους, αφού καθημερινά είχε παρατηρηθεί το κορίτσι της ομάδας, που έχει και τις πιο υψηλές επιδόσεις στο σχολείο απ' τους τρεις, να τους παρακινεί και να τους προτρέπει να ανταποκριθούν στην υποχρέωση που ανέλαβαν. Η μαθήτρια υψηλών επιδόσεων, στο αν θα άλλαζαν κάτι απαντάει «Ίσως ναι, καθώς μετά την μελέτη ανακαλύψαμε κάποια λάθη ως προς την κρίση μας με τον χαρακτηρισμό χαμηλή ή υψηλή ή κανονική θερμοκρασία», ενώ οι άλλοι δύο, που καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης έχουν ασχοληθεί ελάχιστα, απάντησαν «Όχι».

Αυτό που λείπει όχι μόνο απ' τους συγκεκριμένους μαθητές, αλλά και από πολλούς άλλους που θα αναφερθούν στη συνέχεια είναι η ικανότητα αυτορρύθμισης. Η έλλειψη εσωτερικών κινήτρων, η χαμηλή αυτοαποτελεσματικότητα και αυτοαντίληψη, η έλλειψη ενδιαφέροντος, όχι μόνο για το συγκεκριμένο έργο, αλλά για κάθε πτυχή του σχολείου είναι μερικά απ' τα χαρακτηριστικά αυτών των μαθητών.

Η ομάδα «Ζηπάρι» είναι ακόμα μια ομάδα, που δυστυχώς ο ένας μαθητής εργάστηκε, ενώ οι άλλοι δύο έκαναν μόνο τα απολύτως απαραίτητα και είναι σαφές ότι δε συνεργάστηκαν αρμονικά. «Αρχικά απαντούσαμε με βάση την προσωπική μας γνώμη όσον αφορά το ποιες θερμοκρασίες θεωρούσαμε "ιδανικές". Στην συνέχεια αντιληφθήκαμε το σφάλμα μας (την τρίτη μέρα) και αρχίσαμε να λαμβάνουμε υπόψη την εποχή στην οποία διεξαγόταν η έρευνα» ήταν η απάντηση που έδωσε ο μαθητής με τη μεγαλύτερη δραστηριότητα στην συγκεκριμένη ομάδα. Πράγματι την πρώτη μέρα, τις θερμοκρασίες που ήταν γύρω απ' το 10 °C τις χαρακτήρισαν ως χαμηλές και τη δεύτερη μέρα τις θερμοκρασίες γύρω απ' το 13-14 °C ως κανονικές για την εποχή. Οι μετρήσεις όπως μπορεί κανείς να δει στο Παράρτημα Ι έγιναν στην καρδιά του χειμώνα, την τελευταία του Ιανουαρίου και τις τέσσερις πρώτες του Φεβρουαρίου. Ο ίδιος μαθητής στο αν θα άλλαζε κάτι απαντάει: «Σαφώς, καθώς θα λαμβάναμε υπόψη την εποχή που έγιναν οι μετρήσεις». Γίνεται σιγά σιγά κατανοητό ότι όσοι μαθητές ασχολήθηκαν λίγο παραπάνω με την μικρή αυτή έρευνα, είχαν κάποιες αμφιβολίες στο τέλος, αν έκριναν σωστά ή όχι. Όσοι ασχολήθηκαν επιδερμικά δήλωναν ότι όχι, δεν θα άλλαζαν κάτι, όπως απάντησαν οι άλλοι δύο της συγκεκριμένης ομάδας. Οι οποίοι δήλωσαν ότι καθόριζαν το χαρακτηρισμό κάθε φορά «ομαδικά και με τη λογική» και έθεσαν και αυτοί ως κριτήριο την εποχή στην οποία αναφερόμασταν «Με την διαφορά που είχε σε εκείνη την εποχή (καλοκαίρι, φθινόπωρο, άνοιξη ή χειμώνα), αν ήταν πιο ζεστά από το συνηθισμένο ή πιο κρύο τότε βάζαμε υψηλότερη ή χαμηλότερη.» χωρίς να αναφέρει σε τι συνίσταται το συνηθισμένο. Εννοεί

μέση θερμοκρασία για τη φετινή χρονιά, των τελευταίων ετών; Των προσωπικών του εμπειριών και μνήμων; Ή των περιγραφών που έχει δεχτεί απ' το οικογενειακό και κοινωνικό του περιβάλλον;

Σε αυτή την εμπειρία από τα προηγούμενα χρόνια αναφέρεται και άλλη μαθήτρια απ' την ομάδα «Τιγκάκι». Θέτει βέβαια και το ζήτημα της εποχής. Η συμμαθήτριά της προσθέτει ότι συμβουλευόταν το δελτίο καιρού για να συγκρίνουν, ενώ το τρίτο μέλος της ομάδας, κορίτσι, Ανθρωπιστικού Προσανατολισμού, θέτει αυστηρό αριθμητικό κριτήριο βάσει του οποίου έδωσαν τους χαρακτηρισμούς: «Λόγω εποχής, το αναμενόμενο θα ήταν να κάνει κρύο, θεωρήσαμε τις θερμοκρασίες γύρω στους 10° με 15° βαθμούς κανονικούς, χαμηλούς κυρίως όταν ο αριθμός ήταν μονοψήφιος (10°-) και υψηλούς όταν ήταν 15°+. Κρατήσαμε στο σκεπτικό μας τις συνηθισμένες θερμοκρασίες του νησιού και τι θεωρούμε "ζέστη" το καλοκαίρι.» Στην πραγματικότητα όμως δεν τήρησαν τον κανόνα που διατυπώνει, αφού για παράδειγμα, όπως μπορεί κανείς να δει στον πίνακα των αποτελεσμάτων τους στο Παράρτημα I, την τελευταία μέρα των μετρήσεων στην τελευταία μέτρηση σημείωσαν ενδείξεις 13 °C, 7 °C και 14 °C και τη χαρακτήρισαν ως υψηλή.

Παρατηρείται ακόμα κάτι στη συγκεκριμένη ομάδα. Το Τιγκάκι είναι μια παραθαλάσσια περιοχή, χωρίς καμιά ιδιαίτερη μορφολογία. Το αναμενόμενο ήταν και οι 3 συμμετέχοντες, να σημειώνουν περίπου τις ίδιες μετρήσεις. Ο παρατηρητής Β όμως έχει σε όλες τις μετρήσεις του απόκλιση, απ' τους άλλους δύο συμμετέχοντες στην ομάδα, από 1 °C έως και 7 °C. Υπενθυμίζεται ότι οι ομάδες είχαν χωριστεί ανάλογα με τη γεωγραφική θέση των σπιτιών τους. Η ίδια απαντάει στο αν θα άλλαζε κάτι τώρα που τελείωσε η διαδικασία: «Τώρα που ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις, θα άλλαζα τις πρωινές μετρήσεις, διότι θεωρώ πως το θερμόμετρο λόγω των ανέμων δεν ήταν σταθερό και δεν είχα καθαρή ένδειξη για τις θερμοκρασίες». Εντύπωση προκαλεί το γεγονός, ότι ενώ το παρατήρησε, μπορεί και μέσω της σύγκρισης των δικών της ευρημάτων με των άλλων μελών της ομάδας της, στο κοινόχρηστο έγγραφο που συμπλήρωναν, δεν έκανε κάποια διορθωτική κίνηση κατά τη διάρκεια των πέντε αυτών ημερών, για να εξαλειφθεί το λάθος. Γενικά όμως λειτούργησαν συνεργατικά και βοηθώντας το ένα μέλος το άλλο.

Αυτό το αριθμητικό κριτήριο, την ομαδοποίηση δηλαδή σε κλάσεις των αποτελεσμάτων τους (Χαμηλή: <10, Κανονική: [10, 15] και Υψηλή: >10) συναντήσαμε και σε άλλη μια ομάδα, στο «Μαρμάρι». Συγκεκριμένα αναφέρει η μαθήτρια κι αυτή Ανθρωπιστικού Προσανατολισμού, πολύ χαμηλών επιδόσεων στα μαθήματα των Θετικών Επιστημών: «Εάν το θερμόμετρο έδειχνε θερμοκρασία κάτω από 10 τότε έβαζα χαμηλή, καθώς θα είχε και αρκετά κρύο ενώ εάν ήταν πάνω από 10 κανονική και πάνω από 15 υψηλή γιατί θα είχε και καλύτερο καιρό». Ούτε εδώ όμως εφαρμόστηκε το κριτήριο που έθεσαν σε όλες τις παρατηρήσεις τους, αφού σε μονοψήφιες μετρήσεις (και οι 3) έδιναν τον χαρακτηρισμό «Κανονική».

Στον Πίνακα 4 φαίνεται η συχνότητα με την οποία χρησιμοποίησε κάθε ομάδα καθέναν απ' τους τρεις χαρακτηρισμούς.

Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός θερμοκρασίας ανά ομάδα

	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή	Σύνολο
Μεσαριά	0	7	8	15
Ζιά	3	3	9	15
Ζηπάρι	2	6	7	15
Τιγκάκι	0	5	10	15
Πολί	1	9	5	15
Μαρμάρι	0	7	8	15

Και απ' αυτή την ομάδα τέθηκε ως παράγοντας που επηρέασε την κρίση τους, η γεωγραφική θέση του τόπου και οι συνθήκες που επικρατούν γενικεύοντας ότι «οι θερμοκρασίες θα είναι πιο ψηλές αλλά ακριβώς επειδή είμαστε σε νησί αυτές οι ψηλές θερμοκρασίες αυτομάτως θεωρούνται "κανονικές" για το νησί».

Παρατηρείται ότι τα παιδιά έχουν σχηματίσει μια εικόνα στο μυαλό τους για τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στον τόπο τους, που είναι ένα νησί στο Νοτιοανατολικό Αιγαίο και το κλίμα που επικρατεί είναι εύκρατο μεσογειακό, με βασικό χαρακτηριστικό τους ήπιους με μέτριες βροχές χειμώνες. Αλλά ειδικά τα τελευταία χρόνια, στα οποία οι μαθητές αναφέρονται, επικρατούν πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με παλαιότερα, προφανώς λόγω κλιματικής αλλαγής, που σαφώς έχει επηρεάσει και τη Μεσόγειο. Στον Πίνακα 4 φαίνονται τα κλιματικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) για την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου και συγκεκριμένα για τη Ρόδο, για την περίοδο 1955-2010, που δίνουν όμως μια εικόνα για το τι επικρατεί και στα γύρω νησιά, όπως είναι η Κως. Αυτό τα οδηγεί να κάνουν μια υπόθεση, την οποία δέχονται εξ' αρχής και δεν μπαίνουν στη διαδικασία να ελέγξουν την ορθότητά της.

Ένα απ' τα μέλη της ομάδας έδωσε την εξής απάντηση στην ερώτηση με ποιον τρόπο χαρακτήρισαν τις μετρήσεις τους: «Σύμφωνα με το πως ένιωθα εγώ την θερμοκρασία. Όταν ήταν χαμηλή σήμαινε πως ένιωθα το κρύο σε εξωτερικούς χώρους, κανονική όταν το κρύο ήταν υποφερτό και μπορούσα να σταθώ έξω και υψηλή όταν δεν είχα πρόβλημα με το να μετακινούμαι έξω.»

Είναι τόσο βαθιά ριζωμένη η αντίληψη για την έννοια της θερμοκρασίας ως μια αίσθηση, που κατά τη διάρκεια της επιστημονικής της έρευνας, ενώ χρησιμοποιεί το θερμόμετρο για να κάνει μετρήσεις, στο τέλος χρησιμοποιεί αυτό που αισθάνεται λόγω της θερμοκρασίας, για να κρίνει και να αξιολογήσει. Αυτό που «νιώθει», δίνει την απάντηση και στην επόμενη ερώτηση, του αν θα άλλαζαν κάτι στους χαρακτηρισμούς της θερμοκρασίας και γιατί: «Ναι, διότι αντιληφθήκαμε πως νιώθουμε διαφορετικά τις θερμοκρασίες και μετά τις μετρήσεις, συμβουλευόμενοι κάποιες πηγές και γνώσεις, είμαστε σε θέση να χαρακτηρίσουμε με ακρίβεια». Μετά τη συζήτηση με ολόκληρο το τμήμα και μετά την μελέτη, είτε την ομαδική, είτε την προσωπική της, κατανόησε ότι το σώμα της δεν είναι το κατάλληλο όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας. Αναζητεί πλέον την «ακρίβεια» στους χαρακτηρισμούς της, κάτι που ειπώθηκε και από άλλο μέλος της συγκεκριμένης ομάδας, που αναφέρει: «Ναι, γιατί πλέον μπορούμε με περισσότερη ακρίβεια και περισσότερες γνώσεις να αναλύσουμε τη μέτρηση της θερμοκρασίας, έστω και λίγο παραπάνω». Έχει συνειδητοποιήσει την προηγούμενη έλλειψη επαρκών γνώσεων, για να ανταποκριθεί στο συγκεκριμένο πρόβλημα, αλλά και τώρα της λείπει αυτοπεποίθηση. Δε νιώθει την απόλυτη σιγουριά, που σημαίνει ότι δεν έχει εμβαθύνει στην έννοια και δυσκολεύεται.

Πίνακας 5. Κλιματικά δεδομένα για την Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου για την περίοδο 1955-2010 Πηγή: ΕΜΥ

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	9.2	9.1	10.5	13.0	16.3	20.4	22.7	23.2	21.0	17.4	13.7	10.8
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	12.2	12.3	13.9	16.8	20.7	24.9	27.0	27.3	24.8	21.0	16.8	13.7
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	15.1	15.2	17.0	20.0	24.1	28.3	30.4	30.7	28.1	24.5	20.2	16.7

Στην τελευταία ομάδα «Πυλί», που αποτελούταν από 2 κορίτσια και ένα αγόρι, όλα Ανθρωπιστικού Προσανατολισμού και μαθητές χαμηλών επιδόσεων έδωσαν σύντομες απαντήσεις όπως «Ανάλογα και με τις 3 μετρήσεις αποφασίζαμε μαζί την απάντηση» και δεν θα άλλαζαν κάτι. Έκαναν τη δραστηριότητα κανονικά, χωρίς προβλήματα, αλλά δεν πρόσφεραν τίποτα άλλο σε όλη τη διαδικασία. Δε συμμετείχαν ούτε στη συζήτηση στην ολομέλεια, ούτε με τους άλλους συμμαθητές τους, αλλά συνεργάστηκαν μεταξύ τους αρμονικά.

Συνοψίζοντας για τον τρόπο με τον οποίο εργάστηκαν για να χαρακτηρίσουν τα δεδομένα που συνέλλεξαν αξίζει να σημειωθεί ότι 7 φορές αναφέρθηκε το χρονικό πλαίσιο στο οποίο έγιναν οι μετρήσεις (εποχή, χειμώνας κλπ, μήνας), 6 φορές τοπογραφικός προσδιορισμός (τόπος, σημείο, μέρος, νησί κλπ). Τέσσερις φορές τα προηγούμενα χρόνια (ή σύνητες) και δύο φορές η σύγκριση με πηγή το διαδίκτυο ή με το δελτίο καιρού. Έγινε 2 φορές απόπειρα διατύπωσης ενός κανόνα, που θα βοηθούσε στην αξιολόγηση των μετρήσεων απ' τους/τις ίδιους/ίδιες. Αν κατάφεραν να εφαρμόσουν αυτή την ομαδοποίηση που πρότειναν θα είχαν κατορθώσει να πετύχουν έναν απ' τους βασικούς στόχους της ανακαλυπτικής μάθησης, μετά τον πειραματισμό, τη μοντελοποίηση της έννοιας.

Απόψεις μαθητών για την κλιματική αλλαγή

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο, στην ερώτηση «Έχετε ακούσει τον όρο κλιματική αλλαγή;» και οι 18 μαθητές απάντησαν καταφατικά. Όταν ρωτήθηκαν «Κατά τη γνώμη σας, τι θα λέγατε πως είναι η κλιματική αλλαγή;» οι περισσότερες απαντήσεις επικεντρώθηκαν στην απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά κάποιες άλλες έδειξαν ότι οι γνώσεις τους ήταν κάπως ελλιπείς πάνω στο ζήτημα. Ενδεικτικά θα αναφερθούν οι εξής απαντήσεις που δόθηκαν: Υπήρξαν έντεκα απαντήσεις ότι κλιματική αλλαγή είναι η απότομη/μεγάλη αλλαγή/μεταβολή της θερμοκρασίας/καιρικών συνθηκών/κλίματος, εκ των οποίων οι δύο συμπεριλάμβαναν τη λέξη «παγκοσμίως» η μία και τη φράση «σε όλο τον κόσμο» η άλλη.

Μια μαθήτρια εξηγεί: «Όταν γίνεται αλλαγή του καιρού σε περιπτώσεις που δεν πρέπει. Π.χ είναι καλοκαίρι και ξαφνικά κάνει κρύο» και ένας μαθητής έχοντας ακούσει για την υπερθέρμανση του πλανήτη απαντάει: «Η Θερμοκρασία του πλανήτη αυξάνεται» ενώ ένα άλλο κορίτσι απαντάει ότι «Αποτελεί απειλή για τον πλανήτη», χωρίς να περιγράψει τι πιστεύει ότι είναι. Τρεις αναγνωρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στον ανθρωπογενή παράγοντα και συγκεκριμένα απάντησαν: «Η αρνητική επιρροή των ανθρώπων στο κλίμα», «Η κλιματική αλλαγή είναι κάτι το οποίο προήλθε από την ασέβεια των ανθρώπων προς το περιβάλλον (ή τον πλανήτη γενικότερα)» και «Η αλλαγή των συνήθη καιρικών συνθηκών και θερμοκρασία του πλανήτη μας λόγω της παρέμβασης του ανθρώπου». Και τέλος μια μαθήτρια απάντησε: «Η απότομη αλλαγή θερμοκρασίας με το πέρασμα των χρόνων σε διάφορες περιοχές. Νόμιζα ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στην ρύπανση του

περιβάλλοντος αλλά κάπου διάβασα ότι συμβαίνει από πάντα». Προσπαθεί να εξηγήσει και φαίνεται πως έχει ασχοληθεί με το ζήτημα, αλλά όχι σε βάθος. Η κλιματική αλλαγή, όπως έχει προαναφερθεί έχει οριστεί ως τις αλλαγές που οφείλονται αποκλειστικά στις ανθρώπινες δραστηριότητες και όχι στη θέρμανση για παράδειγμα του πλανήτη απ' τον Ήλιο.

Στην ερώτηση «Κατά τη γνώμη σας, η θερμοκρασία σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, με ποιον τρόπο;» κανείς δεν ανέδειξε την αμφίδρομη σχέση θερμοκρασίας-κλιματικής αλλαγής. Δηλαδή κανείς δεν είπε ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στην υπερθέρμανση (αύξηση της θερμοκρασίας) του Πλανήτη και αντίστροφα, ότι η ίδια η κλιματική αλλαγή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Υπήρξαν απαντήσεις που υποδείκνυαν τη μία ή την άλλη φορά της σχέσης, αλλά όχι ολοκληρωμένη: «Θεωρώ πως ναι γιατί όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία τόσο αλλάζει η κλιματική αλλαγή», και αντίστροφα «Η κλιματική αλλαγή έχει επιφέρει μεγάλες αλλαγές στην θερμοκρασία τα τελευταία χρόνια», «Ναι γιατί η κλιματική αλλαγή αυξάνει την θερμοκρασία». Κάποιοι/ες θεωρούν το αποτέλεσμα ως αίτιο: «Ναι σχετίζεται γιατί όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία και λιώνουν οι πάγοι προκαλείται κλιματική αλλαγή». Αυτό με το λιώσιμο των πάγων αναφέρθηκε συνολικά 4 φορές. Δόθηκε και η εξής απάντηση: «Ναι με την αύξηση των θερμοκρασιών την τήξη του χιονιού και η αύξηση του επιπέδου της θάλασσας». Υπήρξαν τρεις μονολεκτικές απαντήσεις «Ναι», χωρίς να εξηγούν τον τρόπο και ένας απάντησε με «.» για να ξεπεράσει όπως προείπαμε το εμπόδιο της υποχρεωτικότητας της ερώτησης. Και οι υπόλοιπες συνδέουν τη θερμοκρασία ή/και τις μεταβολές της, με την κλιματική αλλαγή ή το κλίμα γενικότερα, χωρίς να εξηγούν τον τρόπο.

Η τελευταία ερώτηση του εισαγωγικού ερωτηματολογίου αφορούσε την άμεση παρατήρηση και όχι κάτι γενικό: «Κατά τη γνώμη σας, θα λέγατε ότι το νησί μας έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, πώς φαίνεται αυτή η επιρροή;» Υπήρξαν δύο αρνητικές απαντήσεις και οι υπόλοιπες θετικές. Από τις θετικές δύο θεωρούν ότι έχει επηρεαστεί ελάχιστα. Τα παιδιά έχουν άμεση πρόσβαση σε τεχνολογίες επικοινωνίας και πληροφορίας, οπότε ενημερώνονται άμεσα για το τι συμβαίνει στον κόσμο. Σε σύγκριση με τον υπόλοιπο λοιπόν κόσμο, θεωρούν ότι δεν έχει επηρεαστεί ή έχει επηρεαστεί ελάχιστα και δεν μπορούν να διακρίνουν τις «αλλαγές», όπως αναφέρει κάποιος. Στις καταφατικές απαντήσεις συναντήσαμε κάποια απ' τα χαρακτηριστικά της κλιματικής αλλαγής, όπως απότομες εναλλαγές της θερμοκρασίας, μεγαλύτερα καλοκαίρια και πιο σύντομοι χειμώνες, πολύ υψηλές θερμοκρασίες για το καλοκαίρι, ενώ για το χειμώνα υπάρχουν δύο αλληλοσυγκρουόμενες απόψεις: «το καλοκαίρι κάνει υπερβολική ζέστη και τον χειμώνα δεν έχει το κρύο που θα έπρεπε να υπάρχει» είναι η μία και η άλλη αναφέρει «τα περισσότερα χρόνια οι θερμοκρασίες ήταν πιο ήπιες ενώ τώρα υπάρχουν έντονες χιονοπτώσεις», Πράγματι ο φετινός χειμώνας στο συγκεκριμένο νησί διέφερε μετεωρολογικά από τα άλλα χρόνια, αλλά κι αυτό συγκαταλέγεται στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Τέλος μια μαθήτρια προσπαθεί να δώσει κύρος στην απάντησή της, λέγοντας: «Τα τελευταία χρόνια κάνει περισσότερο κρύο τον χειμώνα σε σχέση με πριν, απόδειξη: χιόνισε. Ίσως και περισσότερη ζέστη το καλοκαίρι αλλά δεν έχω απόδειξη για αυτό».

Μετά την εφαρμογή του, μικρής κλίμακας, έργου της Επιστήμης του Πολίτη τα περισσότερα παιδιά, μπήκαν στη διαδικασία και ερεύνησαν, συζήτησαν μεταξύ τους, συνεργάστηκαν ανά ομάδες και διαφοροποίησαν τις απαντήσεις τους, τόσο στην ερώτηση

του τι είναι κλιματική αλλαγή, όσο και στο αν έχει επηρεάσει το νησί τους. Υπήρξαν βέβαια και κάποιοι, που μετά τις μετρήσεις δε συμμετείχαν σε περαιτέρω συζητήσεις και δράσεις.

Όταν λοιπόν ξαναρωτήθηκαν για το αν έχουν ακούσει τον όρο κλιματική αλλαγή, οι περισσότεροι αν όχι όλοι, αναζήτησαν στο διαδίκτυο, αλλά και σε άλλες πηγές, όπως είναι σχολικά βιβλία Φυσικής και Χημείας, όπως οι ίδιοι/ες δήλωσαν. Κάποιοι/ες μάλιστα απ' αυτούς/ές έδωσαν και συγκεκριμένα ονόματα ενημερωτικών ιστοσελίδων που επισκέφθηκαν και κάποια ονόματα ερευνητών, που χρησιμοποίησαν τις εργασίες τους, ώστε να απαντήσουν στις παραπάνω ερωτήσεις. Οι απαντήσεις που δόθηκαν, αν συνδυαστούν περιγράφουν ακριβώς το ζήτημα.

Πρώτα απ' όλα με την έρευνά τους βρήκαν τον ορισμό που έχει δοθεί απ' τα Ηνωμένα Έθνη για την κλιματική αλλαγή: «Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια» και αναφέρθηκαν στη δημιουργία του πλανήτη πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια και πως «τα τελευταία 150 χρόνια, δηλαδή τη λεγόμενη βιομηχανική εποχή οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν ταχύτερα από ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη εποχή.»

Θεωρούν την κλιματική αλλαγή «Ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη», η οποία συμβαίνει «λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων», οι οποίες «επηρεάζουν σημαντικά το κλίμα της γης, με τις τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου» που προστίθενται σε αυτά που υπάρχουν «φυσιολογικά στην ατμόσφαιρα.»

Στα αίτια αναφέρουν «την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας», «αποψύλωση των τροπικών δασών», τη «γεωργία, τη κτηνοτροφία και τη παραγωγή χημικών ουσιών» και «Η αλλαγή στην θερμοκρασία λόγω της ρύπανση του περιβάλλοντος». Οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα προκαλεί εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Στα αποτελέσματα έβαλαν ότι «η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με μακροπρόθεσμα καιρικά φαινόμενα στη Γη, όπως η θερμοκρασία, η στάθμη της θάλασσας και ο υετός». Οι περισσότεροι αντέγραψαν από το Wikipedia ή άλλες ιστοσελίδες και λίγοι ήταν αυτοί που σκέφτηκαν να γράψουν απλά τι κατάλαβαν από αυτά που διάβασαν.

Το θετικό όμως είναι ότι στην ερώτηση «Κατά τη γνώμη σας, η θερμοκρασία σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, με ποιο τρόπο;» τώρα πια, μετά τη μελέτη τους, οι απαντήσεις ήταν πιο ξεκάθαρες: 14 απάντησαν ναι και τέσσερις όχι.

Στις καταφατικές απαντήσεις αναφέρθηκαν: «Ναι σχετίζεται επειδή η κλιματική αλλαγή σημαίνει πως όλες οι θερμοκρασίες παντού στον πλανήτη αρχίζουν να αλλάζουν δραματικά επίσης η θάλασσα αρχίζει να ανεβαίνει προς τα πάνω». Δύο κορίτσια που ανήκαν στην ίδια ομάδα, έδωσαν απάντηση, που τονίζεται η αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας με την κλιματική αλλαγή, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο κανείς δεν είχε περιγράψει αυτή τη σχέση: «Ναι καθώς και τα δύο είναι παράγοντες που αλληλεπιδρούν». Υπήρξαν και δύο απαντήσεις με το σκεπτικό ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα οδηγεί στην κλιματική αλλαγή, η οποία έχει ως συνέπεια μεταξύ άλλων και την αύξηση της θερμοκρασίας: «Εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής υπάρχει η αύξηση και μείωση της θερμοκρασίας έτσι όπως είναι σήμερα, δηλαδή η θερμοκρασία επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή όχι το αντίθετο, για την κλιματική αλλαγή φταίμε ξεκάθαρα εμείς» και «Θεωρώ πως η θερμοκρασία σχετίζεται και είναι ο κύριος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής. Είναι η αύξηση της παγκόσμιας

θερμοκρασίας του πλανήτη. Η κλιματική αλλαγή συμβάλλει επίσης στην αύξηση των συχνών και έντονων ακραίων καιρικών φαινομένων όπως οι καταιγίδες η ξηρασία οι καύσωνες και δασικές πυρκαγιές».

Συνολικά στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και της αύξησης της θερμοκρασίας αναφέρθηκαν τα εξής: η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, τα συχνά και έντονα καιρικά φαινόμενα, όπως οι καταιγίδες, η ξηρασία, οι καύσωνες και οι δασικές πυρκαγιές.

Όμως και οι τέσσερις που απάντησαν αρνητικά προσπάθησαν να αιτιολογήσουν την απάντησή τους με το ίδιο ακριβώς σκεπτικό. Χαρακτηριστικά 2 απ' τις απαντήσεις αυτές είναι οι εξής: «Όχι, καθώς η κλιματική αλλαγή έχει να κάνει με ανθρώπινες ενέργειες ενώ η θερμοκρασία αφορά τις επιπτώσεις που επιφέρει.», «Όχι, διότι αιτία της κλιματικής αλλαγής είναι ανθρώπινες δραστηριότητες, το φαινόμενο του θερμοκηπίου κλπ. ωστόσο, επίπτωση της κλιματικής αλλαγής είναι η μείωση ή η αύξηση της θερμοκρασίας.»

Ένα κορίτσι απ' την ομάδα Τιγκάκι έχει συμπεριλάβει στην απάντησή της ένα απόσπασμα από μία διδακτορική διατριβή του 2019, που περιγράφει ακριβώς το πρόβλημα και στο τέλος της απάντησής της, δίνει τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο της πηγής της. Φαίνεται ότι κάποια απ' τα παιδιά μελέτησαν το θέμα και μπήκαν στη διαδικασία να συμβουλευθούν και ακαδημαϊκές πηγές καθώς και να δηλώσουν την βιβλιογραφική αναφορά τους,

Το ότι μελέτησαν ή τουλάχιστον αναζήτησαν πληροφορίες για το συγκεκριμένο θέμα στο διαδίκτυο, με αφορμή τη μικρή έρευνα που πραγματοποίησαν, φάνηκε και στις απαντήσεις τους στην ερώτηση αν η κλιματική αλλαγή επηρέασε το νησί τους, αφού μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής γύρω τους και η πλειοψηφία των απαντήσεών τους φανερώνει μια αλλαγή τόσο στις γνώσεις, όσο και στο βαθμό ευαισθητοποίησής τους.

Παρατήρησαν ότι επικρατούν μη συνηθισμένες καιρικές συνθήκες για το νησί της Κω: «Ναι, διότι τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται φαινόμενα τα οποία δεν ήταν συνηθ. Όπως χιόνια στα βουνά και στα χωριά που βρίσκονται τριγύρω, καύσωνες και κακοκαιρίες». «Το νησί της Κω έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή. Μερικές ενδείξεις αυτού του γεγονότος είναι η σταδιακή αύξηση της θάλασσας του Νότιου Αιγαίου και η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα τον χειμώνα (σε σχέση με παλαιότερες περιόδους) στην ευρύτερη περιοχή των Δωδεκανήσων». Γίνεται μια προσπάθεια για γενίκευση της υπόθεσής τους, η οποία είναι ότι το νησί έχει επηρεαστεί. Ο προηγούμενος είτε για την ευρύτερη περιοχή, τα Δωδεκάνησα και οι επόμενοι τρεις το αναγάγουν σε παγκόσμιο επίπεδο, αφού και το νησί τους είναι μέρος αυτού του πλανήτη: «Ναι όπως όλος ο πλανήτης έτσι και το νησί της Κω έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή καθώς έχουν παρατηρηθεί πολλές συνεχόμενες μέρες καύσωνα και πυρκαγιές» και «Πιστεύω ότι όλος ο πλανήτης έχει επηρεαστεί» και «Ναι έχει επηρεαστεί σχεδόν όλος ο πλανήτης όχι μόνο το νησί μας από την κλιματική αλλαγή. Το καταλαβαίνουμε με βάση της θερμοκρασίες που βλέπουμε να αλλάζουνε διαρκώς». Αυτός ο τελευταίος τονίζει την ταχύτητα με την οποία μεταβάλλεται η θερμοκρασία. Της οποίας η πορεία είναι αύξουσα: «Ναι γιατί χειμώνες ή καλοκαίρια είναι πολύ πιο ζεστά από το συνηθισμένο» με μεγάλες διαφορές μέσα στο ίδιο εικοσιτετράωρο: «Ναι, το δείχνουν η πιο ζεστή μέρα και η πιο κρύα νύχτα».

Παρατήρησαν ακόμα ότι γειτονικές περιοχές μπορεί να έχουν διαφορετικές καιρικές συνθήκες μεταξύ τους: «Φυσικά και έχει επηρεαστεί κ αυτό είναι εμφανές! Συγκριτικά με περιοχές που βρίσκονται σε μικρή απόσταση, φαίνεται πως υπάρχουν τεράστιες διαφορές σε

καιρικά φαινόμενα». Παρατήρησαν τις ετεροχρονισμένες μεταβάσεις από Καλοκαίρι σε χειμώνα και αντίστροφα: «Πρώτα από όλα κάθε χρόνο το κρύο έρχεται λίγο πιο μετά από την εποχή του και κάθε χρόνο γίνεται και πιο κρύο έστω και λίγο, το ίδιο συμβαίνει με το καλοκαίρι, οι θερμοκρασίες και ο καύσωνας αυξάνονται κάθε χρόνο όλο και περισσότερο, έχουν υπάρξει και πυρκαγιές ή τον χειμώνα χιόνια στο βουνό». Σε καμία απάντηση δεν αναφέρθηκαν οι άλλες δύο εποχές, η Άνοιξη και το Φθινόπωρο. Είναι κι αυτό ένα εύρημα, αφού στην πραγματικότητα οι θερμοκρασίες που αντιστοιχούν σε αυτές τις εποχές εμφανίζονται στις άλλες δύο, καθιστώντας τους ανοιξιότικους ή φθινοπωρινούς μήνες ως καλοκαιρινούς κυρίως. Ένα παιδί σκέφτηκε ότι η κλιματική αλλαγή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία με τη σειρά της απαιτεί κατανάλωση περισσότερης ενέργειας, και φυσικών πόρων, τα οποία είναι τα βασικά αίτια για την κλιματική αλλαγή: «Η επιρροή αυτή φαίνεται λόγω χάρη το καλοκαίρι, όπου η ζέστη είναι πολύ πιο αυξημένη σε σχέση με προηγούμενα χρόνια, με αποτέλεσμα ο κόσμος να χρησιμοποιεί πολύ νερό και να καταναλώνει μεγάλη ενέργεια χρησιμοποιώντας τα κλιματιστικά».

Υπήρξε και αυτή η απάντηση: «Κατά τη γνώμη μου θεωρώ ότι το νησί μας έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή αλλά σε πιο μικρό βαθμό» σε σχέση με τον υπόλοιπη χώρα; Τον υπόλοιπο πλανήτη; Δεν εξηγεί. Αλλά αναγνωρίζει ότι υπάρχουν περιοχές που έχουν πληγεί περισσότερο απ' ότι το Νότιο Αιγαίο. Στην τελική συζήτηση, που πραγματοποιήθηκε με το σύνολο της τάξης τα παιδιά αναφέρθηκαν και στον «όρο περιβαλλοντικός πρόσφυγας». Ο Katsaris (2010) αναφέρει την άποψη της Ύπατης Αρμοστείας των Ηνωμένων Εθνών για τους Πρόσφυγες: «όλο και περισσότεροι άνθρωποι αναγκάζονται να εκτοπισθούν λόγω έσχατης υστέρησης περιβαλλοντικών καταστροφών, κλιματικής αλλαγής, ενόπλων συγκρούσεων καθώς και διώξεων από το κράτος τους». Η διεθνής κοινότητα έχει ασχοληθεί με το ζήτημα του αν πρόκειται για περιβαλλοντικούς πρόσφυγες ή περιβαλλοντικούς μετανάστες. Σε κάθε περίπτωση όμως πραγματοποιείται μετακίνηση πληθυσμού, μετά από μια περιβαλλοντική καταστροφή, είτε προσωρινά, είτε οριστικά, είτε υποχρεωτικά και είτε οικειοθελώς και είτε εντός είτε εκτός των συνόρων της χώρας του (Katsaris, 2010).

Υπήρξαν και τρεις αρνητικές απαντήσεις, που θεωρούν ότι τι νησί δεν έχει επηρεαστεί απ' την κλιματική αλλαγή. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι όλοι οι συμμετέχοντες συμμετείχαν εθελοντικά και δεν υπήρξε κανενός είδους υποχρεωτικότητας. Αντιθέτως υπήρξαν κίνητρα, ψυχολογική ενίσχυση και συχνές προτροπές με τη μορφή ερωτήσεων ή υποδείξεων επί της διαδικασίας. Είναι σαφές ότι οι συμμετέχοντες μπορεί να αντιμετώπισαν κάποια προβλήματα κατά τη διάρκεια όλης της παρέμβασης, που έγινε στα πλαίσια της ανακαλυπτικής μάθησης. Μπορεί κάποιοι μαθητές να μη γνωρίζουν πώς διατυπώνεται μια υπόθεση. Μπορεί να μην μπορούν να διατυπώσουν κάποια υπόθεση απ' τα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Και μπορεί και τα δεδομένα που συλλέχθηκαν να είναι λάθος, οπότε και η υπόθεσή τους θα είναι λάθος. Μπορεί να φοβούνται ότι η υπόθεσή τους είναι λανθασμένη και υπό το «φόβο της απόρριψης» (de Jong & Van Joolingen, 1998), αποφεύγουν να διατυπώσουν κάποια υπόθεση. Σε μία από τις τελευταίες ερωτήσεις του τελικού ερωτηματολογίου στην ερώτηση «Συναντήσατε δυσκολίες κατά τη διεξαγωγή της έρευνάς σας; Αν ναι, αναφέρετε ποιες.» που αναφερόταν στην εφαρμογή των μετρήσεων, ένας μαθητής επικοινωνεί την αγωνία του: «Η έρευνα ήταν πιο εύκολη διότι υπήρχε μεγάλη βοήθεια από τα άλλα μέλη της ομάδας. Το δύσκολο κομμάτι πιστεύω ήταν η διαδικασία της

διατύπωσης των απαντήσεων». Η πολύ απλά μπορεί να φανερώνεται το πρόβλημα της σθεναρής αντίστασης απέναντι στην εννοιολογική αλλαγή. Αντί να προσπαθούν να διαψεύσουν τις αρχικές τους αντιλήψεις, ενώ έχουν ενδείξεις ότι είναι λανθασμένες, προσπαθούν να τις επιβεβαιώσουν.

Τρόποι αντιμετώπισης

Οι μαθητές και οι μαθήτριες σε αυτή την ηλικία, έχουν συνεχή πρόσβαση στην ενημέρωση μέσω της χρήσης του διαδικτύου και του ηλεκτρονικού τους υπολογιστή ή του νέας γενιάς κινητού τηλεφώνου τους, μέσω των κοινωνικών δικτύων και των διαφόρων ψηφιακών περιβαλλόντων. Το αν εκμεταλλεύονται αυτή τη δυνατότητα προς όφελός τους ή όχι, είναι μια προσωπική επιλογή του καθενός/καθεμίας. Όταν λοιπόν τους ζητήθηκε να πουν τη γνώμη τους για το τι θα μπορούσε να γίνει, τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε εθνικό επίπεδο, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, άλλοι αξιοποίησαν την ευκαιρία να ενημερωθούν, να ερευνήσουν και να διευρύνουν τους ορίζοντές τους στο συγκεκριμένο ζήτημα και άλλοι ένιωσαν ότι εκπλήρωσαν το σκοπό τους με το να αντιγράψουν από διάφορες ιστοσελίδες μερικές γραμμές.

Πάντως με τον άλλο ή με τον άλλο τρόπο ειπώθηκαν σημαντικές πληροφορίες, όπως ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση πρωτοστατεί στην αντιμετώπιση των εκπομπών των θερμοκηπικών αερίων και ως το 2019 τις είχε μειώσει κατά 24% σε σχέση με το 1990 μένοντας πιστή στο Πρωτόκολλο του Κυότο (1996), που απαιτούσε μείωση των εκπομπών κατά 20% έως το 2020. Ακολούθησε η συμφωνία του Παρισιού, σύμφωνα με την οποία η οικονομία της Ευρωπαϊκής Ένωσης έπρεπε να έχει απαλλαγεί από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, μέχρι το 2050, με ενδιάμεσο σταθμό τη μείωση 55% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 έως το 2030, κάτι που ανακοινώθηκε στη Διεθνή Διάσκεψη για το Κλίμα στη Γλασκώβη του Ηνωμένου Βασιλείου το 2021.

Δύο μαθήτριες απ' την ίδια ομάδα μετέφεραν απ' την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα παρακάτω, δίνοντας στο τέλος και τη βιβλιογραφική αναφορά τους: «Αν η αλλαγή του κλίματος δεν μπορεί να αναστραφεί, μπορούμε τουλάχιστον να μετριάσουμε τις επιπτώσεις της και να προσαρμοστούμε στις συνέπειές της. Οι δράσεις μετριασμού αφορούν τη μείωση της ποσότητας εκπομπών που εκλύονται στην ατμόσφαιρα, για παράδειγμα, με την ανάπτυξη καθαρών μορφών ενέργειας και την αύξηση των δασικών περιοχών. Απαιτούνται δραστικές αλλαγές σε βασικούς τομείς, όπως οι μεταφορές, η ενέργεια, η βιομηχανία, η στέγαση, η διαχείριση των αποβλήτων και η γεωργία.» (https://europa.eu/youth/get-involved/sustainable-development/what-climate-change_el)

Στη συζήτηση με ολόκληρη την τάξη οι μαθητές αναφέρθηκαν διεξοδικά στο τι εννοείται ως καθαρή ενέργεια. Αναφέρθηκαν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι η ηλιακή και η αιολική, στην υδροηλεκτρική, στη βιοενέργεια, στη γεωθερμία αλλά και στην πυρηνική ενέργεια.

Η πυρηνική ενέργεια παρουσιάζεται ως πολύ ελκυστική λύση για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής από πολλούς με το εξής απλό σκεπτικό: Η κλιματική αλλαγή προκύπτει κυρίως απ' την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, λόγω της καύσης ορυκτών καυσίμων και καθώς η πυρηνική ενέργεια δεν παράγει εκπομπές άνθρακα κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αποτελεί τον ιδανικό μάλλον τρόπο για τον μετριασμό της

κλιματικής αλλαγής (Korytko & Perkins, 2011). Η πρόταση δεν διατυπώθηκε μόνο από κυβερνήσεις κρατών ή βιομηχανικούς και εμπορικούς φορείς αλλά και από τον ακαδημαϊκό χώρο. Και μάλιστα συστήνουν και την κατασκευή περισσότερων και μεγαλύτερων μονάδων παραγωγής πυρηνικής ενέργειας (Deutch κ.ά., 2003). Γρήγορα όμως έγινε κατανοητό ότι η χρήση της πυρηνικής ενέργειας δεν είναι η απάντηση στην κλιματική αλλαγή και πληθαίνουν οι φωνές που λένε ότι το ουράνιο δεν είναι πανάκεια (Sovacool & Cooper, 2008). Αντιθέτως ο κύκλος του πυρηνικού καυσίμου είναι βρώμικος, μεγάλος, πολύπλοκος και επικίνδυνος. Η εξόρυξη του ουρανίου είναι επικίνδυνη και εξαιρετικά επιβλαβής για το περιβάλλον. Τα ορυχεία είναι είτε σαν πηγάδια με βάθος 250 μέτρων ή υπόγειες στοές παρόμοιες με αυτές της εξόρυξης του άνθρακα. Μια άλλη μέθοδος εξαγωγής είναι ο «φυσικός» διαχωρισμός του ουρανίου, που περιλαμβάνει τον εμποτισμό εκατοντάδων τόνων θειικού οξέος, νιτρικού οξέος και αμμωνίας, στο πλούσιο σε ουράνιο υπέδαφος, έτσι ώστε να αντληθεί ξανά μετά από μερικά χρόνια. Σε κάθε περίπτωση το ουράνιο πριν χρησιμοποιηθεί πρέπει να επεξεργαστεί και εμπλουτιστεί μέσω πολλών χημικών αντιδράσεων των οποίων τα κατάλοιπα πρέπει να φυλαχθούν σε κατάλληλες υποδομές και υπό τις κατάλληλες συνθήκες ώστε να μην υπάρχουν διαρροές στο φυσικό περιβάλλον (Sovacool & Cooper 2008). Δεν είναι όμως μόνο αυτό το πρόβλημα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της πυρηνικής ενέργειας. Το γεγονός ότι μας απαλλάσσει από τα θερμοκηπικά αέρια δεν σημαίνει ότι είναι η λύση για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας είναι ότι πρόκειται για πολύ δαπανηρές επενδύσεις αλλά και εξαιρετικά δύσκολο να εξασφαλιστεί η καλή τους λειτουργία, αφού τα ακραία καιρικά φαινόμενα αποτελούν απειλή σε αυτόν τον τομέα. Η ίδια η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη λειτουργία των αντιδραστήρων (πλημμύρες, τυφώνες, άνοδος της στάθμης της θάλασσας). Η λειτουργία μιας πυρηνικής μονάδας μπορεί να επιδράσει καταστροφικά στη διαβίωση των ανθρώπων που ζουν στη γύρω περιοχή και να προκαλέσει βλάβες στην ανάπτυξη των γύρω οικοσυστημάτων. Εκτός από το μεγάλο οικονομικό κόστος δημιουργίας και συντήρησης ενός πυρηνικού αντιδραστήρα, υπάρχει και ο φόβος δημιουργίας άλλων περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως καταστροφικά ατυχήματα με εκτεταμένη περιβαλλοντική ζημιά ως συνέπεια.

Υπήρχαν και απαντήσεις που φανέρωναν εργασία από μέρους των μαθητών. Όπως για παράδειγμα ένα αγόρι έγραψε: «Αρχικά, θα ήταν ιδανικό, αν η πλειοψηφία των κρατών της Γης (μαζί με αυτές συγκαταλέγεται και η Ελλάδα) προσπαθούσε να στραφεί σε άλλες πηγές ενέργειας, πέρα από την καύση ορυκτών, για τον κορεσμό των ενεργειακών αναγκών τους. Θα πρέπει επίσης να γίνεται σωστή διαχείριση των επικίνδυνων αποβλήτων των εργοστασίων. Ακόμα οι κυβερνήσεις θα πρέπει να συμβάλλουν στην προώθηση ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων». Και μια άλλη μαθήτρια έγραψε: «Μείωση των εκπομπών αερίων των θερμοκηπίων, ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, μετακίνηση με μέσα μεταφοράς όπως λεωφορεία κλπ, οικονομία στο νερό και στην θέρμανση».

Στο ίδιο κλίμα ακόμα ένα κορίτσι έγραψε: «Θεωρώ πως πρέπει όλοι να συμβάλουμε, αρχικά βοηθώντας το περιβάλλον, που τόσο ρυπαίνει ο άνθρωπος και βάζοντας σε τάξη τις ενέργειες μας έτσι ώστε να μην επηρεάζουν την φύση, ξεκινώντας από απλά πράγματα, όπως είναι να κλείνουμε την τηλεόραση μας εάν δεν παρακολουθεί κανείς, έπειτα να βγάλουμε από την πρίζα μια συσκευή που δεν είναι αναγκαία». Όλοι αναφέρονται στη μείωση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα με εξοικονόμηση ενέργειας και αλλαγή στον τρόπο

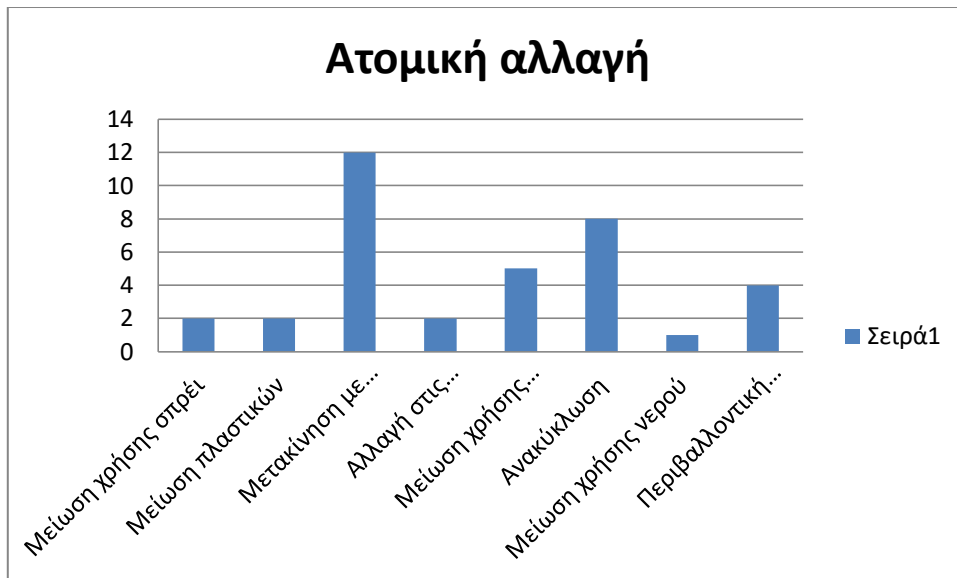
μετακίνησης. Η επόμενη απάντηση θέτει και το ζήτημα αλλαγής καταναλωτικών συνηθειών: «Για αρχή θα μπορούσαμε να μειώσουμε την τόση χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς, για κοντινά μέρη θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ποδήλατο ή ίσως και περπάτημα. Στην συνέχεια θα μπορούσαμε να σταματήσουμε να χρησιμοποιούμε τόσες πολλές αέριες ουσίες όπως το αποσμητικό σπρέι, ενώ το ίδιο υπάρχει και σε "υγρή" μορφή. Άλλο ένα πράγμα είναι η οικονομία της χρήσης νερού και θέρμανσης». Ακόμα μία πρόταση που αφορά τον περιορισμό στη χρήση του πλαστικού είναι η «δημιουργία οργανισμών που θα καθαρίζουν την παραλία και θα μαζεύουν τα σκουπίδια, όχι μόνο σε χώρες, αλλά σε ηπείρους». Και σε συνδυασμό με τη προτροπή «Ο κόσμος θα μπορούσε να δημιουργήσει ή να πάρει μέρος σε διάφορες περιβαλλοντικές δράσεις (έμπρακτα)» γίνεται φανερό η ευαισθητοποίηση των παιδιών και το οικολογικό ενδιαφέρον τους. Άλλες προτάσεις είναι «Αλλαγές στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων», «να μειωθούν οι λειτουργίες των εργοστασίων και το καυσαέριο στους δρόμους» και «Να μειωθεί η ρύπανση σε παγκόσμιο επίπεδο».

Το αν θα καταφέρουν αυτό το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον να το μεταφράσουν σε οικολογική συμπεριφορά, φαίνεται στις απαντήσεις των επόμενων τριών ερωτήσεων. Η πρώτη ερώτηση είναι: «Εσείς ποια συμπεριφορά σας θα αλλάζατε, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;» Κάποιες απ' τις απαντήσεις που δόθηκαν αφορούν την αλλαγή στις καταναλωτικές και διατροφικές συνήθειες τους όπως για παράδειγμα: «Προσπάθεια μείωσης ρύπανσης περιβάλλοντος κυρίως με προϊόντα καθημερινότητας (πχ λακ, σπρέι)», «έξυπνες επιλογές, όπως τρώγοντας λιγότερο κρέας και περισσότερα τοπικά φρούτα και λαχανικά, εξοικονομώντας ενέργεια και κάνοντας ποδηλασία ή περπατώντας αντί να πηγαίνουμε με αυτοκίνητο», «Θα απέφευγα τα σπρέι. Θα απείχα από την χρήση πλαστικού όσο γίνεται και πιο πολύ, δεν θα χρησιμοποιούσα καθόλου φως κατά την διάρκεια της ημέρας και του ύπνου μου».

Μείωση μετακινήσεων, μείωση ρύπανσης, μείωση σπατάλης φυσικών πόρων και ειδικά του νερού και ανακύκλωση: «Θα ξεκινούσα να ανακυκλώνω», «Αρχικά, θα περιόριζα τα σκουπίδια σε εξωτερικούς χώρους και θα φρόντιζα να τα πετάω σε κάδους. Έπειτα, δεν θα έκανα κατάχρηση στο νερό και όπου μπορούσα θα μετακινιόμουν με ποδήλατο ή μέσα τα οποία δεν βλάπτουν την ατμόσφαιρα και το περιβάλλον», «Λιγότερο κλιματιστικό, σύντομες διαδρομές με τα πόδια αντί για αυτοκίνητο και κάνοντας χρήση μεταφορικών μέσων αντί για ταξί ή προσωπικό αυτοκίνητο».

Έχουν κατανοήσει ότι το περιβάλλον είναι το φυσικό τους σπίτι: «Να χρησιμοποιούμε ότι έχει να κάνει με την ενέργεια με μέτρο και να σεβόμαστε το περιβάλλον για να μας δείξει σεβασμό και αυτό». Και θέλουν να το προστατέψουν: «Θα προσπαθούσα να έχω εναλλακτικές ώστε να μην προκαλώ εγώ ή ίδια περισσότερη κλιματική αλλαγή». Και να ευαισθητοποιήσουν και να πείσουν και άλλους προς το κοινό καλό: «Θα γινόμουν πιο πολύ συνεπής με τον εαυτό μου προς το περιβάλλον και να επηρεάσω και τους άλλους ανθρώπους που δεν έχουν σκοπό να βοηθήσουν ώστε να μειωθεί η κλιματική αλλαγή».

Συνοψίζοντας, ομαδοποιώντας τα, 2 παιδιά αναφέρθηκαν στη μείωση χρήσης ρυπογόνων προϊόντων, 8 παιδιά στην ανακύκλωση, 1 στη μείωση της χρήσης του νερού, 12 στη μετακίνηση, 5 στη μείωση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας, 2 στις αλλαγές καταναλωτικών και διατροφικών συνηθειών, 2 στη μείωση του πλαστικού και 4 στην περιβαλλοντική συνείδηση. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο Γράφημα 2.



Γράφημα 2. Εσείς ποια συμπεριφορά σας θα αλλάζατε, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;

Η επόμενη ερώτηση «Τι θα προτεινάτε να αλλάξει στο σπίτι σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;» δέχτηκε κι αυτή πληθώρα απαντήσεων που οι περισσότερες συγκεντρώνονται γύρω απ' τις εξής: ανακύκλωση και ειδικότερα ανακύκλωση απορριμμάτων που αποτελούνται από πετροχημικά, χρήση ανακυκλώσιμων προϊόντων και συσκευασιών, μείωση ηλεκτρικής κατανάλωσης και φυσικού αερίου, μέσω της αντικατάστασης των σωμάτων θερμότητας με ξυλόσομπα, μείωση χρήσης πλαστικού, μείωση χρήσης κλιματιστικού, μη χρήση διάφορων σπρέι (για τα μαλλιά, τα έντομα κλπ), χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μείωση σπατάλης νερού.

Χαρακτηριστικές είναι κάποιες απ' τις απαντήσεις των παιδιών: «Για να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θα χρησιμοποιούσα ξύλινα καλαμάκια πιάτα πιρούνια παρά πλαστικά διότι είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον θα χρησιμοποιούσα λιγότερα καθαριστικά τα οποία μολύνουν το περιβάλλον επίσης θα χρησιμοποιούσα περισσότερο το ποδήλατο παρά το αυτοκίνητο ή το μηχανάκι διότι αποβάλλουν ρύπους», «Π.χ. να χρησιμοποιούμε το καλοριφέρ μέχρι τους 18° έτσι ώστε να μην σπαταλάμε πολύ ενέργεια, το νερό στο σπίτι μας με μέτρο, να μην έχουμε όλες τις ηλεκτρικές συσκευές ενεργοποιημένες κλπ», «Μετά από τις 11 η ώρα όλα τα φώτα να κλείνουν και να βγαίνουν τα πάντα από τις πρίζες» και «ο καθορισμός χαμηλότερης θερμοκρασίας τη νύχτα για να μειωθεί περισσότερο ο λογαριασμός». Στο Γράφημα 3 φαίνονται ομαδοποιημένα τα αποτελέσματα.



Γράφημα 3. Τι θα προτεινάτε να αλλάξει στο σπίτι σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;

Στην τρίτη ερώτηση της ομάδας «Τι θα προτεινάτε να αλλάξει στο σχολείο σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής;» οι απαντήσεις πάλι περιστρέφονταν γύρω απ' την ανακύκλωση, τη μετακίνηση με οικολογικά μέσα από και προς το σχολείο, των ιδίων και των εκπαιδευτικών, μείωση χρήσης ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μείωση της σπατάλης τροφίμων, περιβαλλοντική συνείδηση, μόνο που τώρα προστέθηκε και η ενημέρωση και οι περιβαλλοντικές δράσεις. Κάποια παιδιά είπαν: «Δράσεις περιβαλλοντικές (πχ projects με βάση την φύση, φύτευση κλπ)», «εκπαιδευτικές εκδρομές με στόχο καθαριότητα δρόμων και παράλιων και δράσεις ανακύκλωσης για πράγματα που πλέον δεν έχουμε ανάγκη», «Το σχολείο θα πρέπει να προωθή την ανακύκλωση ενώ θα έπρεπε να βασίζεται για τις ενεργειακές του ανάγκες σε καθαρότερες πηγές ενέργειας», «Να τοποθετηθούν περισσότεροι κάδοι με σκοπό να δοθεί στα παιδιά το καλό παράδειγμα έτσι ώστε να κάνουν και αυτοί ανακύκλωση και επίσης η συνεχής ενημέρωση», «Θα πρότεινα να προσθέταμε έναν κάδο μπαταριών για να μην καταλήγουν σε κάδο απορριμμάτων όπου δεν είναι η θεμιτή τους θέση». Να σημειωθεί ότι ήδη γίνεται ανακύκλωση στο σχολείο και συλλογή μπαταριών. «Να αερίζουμε τους χώρους, να βάζουμε το κλιματιστικό σε μια μέτρια θερμοκρασία σαφώς κάτω του συνηθισμένου (30°)», «Όλοι οι καθηγητές να περνούν λεωφορείο για το σχολείο για να μην χρησιμοποιούνται πολλά αυτοκίνητα». Και τέλος «Να ενημερωθούν περισσότερα άτομα για αυτήν γιατί πιστεύω ότι εξακολουθούν να υπάρχουν άτομα που δεν γνωρίζουν την σημασία της κατάστασης».

Το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον των παιδιών είναι προφανές. Η θέληση και η πρόθεση να προσφέρουν και να προστατέψουν το περιβάλλον αδιαμφισβήτητα μεγάλες. Δυστυχώς όμως έχει παρατηρηθεί ότι οι περιβαλλοντικές στάσεις των ανθρώπων δεν ακολουθούν με τον ίδιο ρυθμό, δηλαδή δεν προσπαθούν να μειώσουν αποτελεσματικά τον περιβαλλοντικό τους αντίκτυπο, ενώ υπάρχει πολύ μεγάλη θέληση για την προστασία του περιβάλλοντος και δηλώνουν πρόθυμοι να ενεργήσουν προς αυτή την κατεύθυνση. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα το κόστος, η ευκολία, το πώς αντιλαμβάνεται ο καθένας την ατομική του ευθύνη απέναντι στο περιβάλλον.

Πολλοί απ' τους μαθητές/τριες πρότειναν τρόπους που είναι πιο συμφέροντες για εκείνους και τις οικογένειες τους οικονομικά. Για παράδειγμα ένας μαθητής είπε για μείωση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας για να μειωθεί ο λογαριασμός. Κανένας δεν μίλησε για τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στο σπίτι του ή γενικά για μετατροπή των κτιρίων σε «πράσινα». Γιατί το κόστος είναι σχετικά μεγάλο. Επιβεβαιώνεται η σχετική βιβλιογραφία, ότι το οικολογικό ενδιαφέρον απέχει απ' την οικολογική στάση.

Επιστήμη του Πολίτη

Η μικροέρευνα που έκαναν τα παιδιά με τα θερμόμετρα, σε γενικές γραμμές τους άρεσε. Όταν ρωτήθηκαν, αν συνάντησαν δυσκολίες κατά τη διεξαγωγή της, πέντε παιδιά απάντησαν «Όχι» μονολεκτικά και κάποια άλλα «Όχι καθώς υπήρχε καλή συνεργασία και επικοινωνία με την ομάδα». Οι υπόλοιπες απαντήσεις δίνουν τους περιορισμούς της έρευνας τους. Ήδη έχει αναφερθεί μία απ' αυτές τις απαντήσεις, στην οποία ένα παιδί είπε ότι συνάντησε δυσκολία στη διατύπωση των απαντήσεων. Κάποια άλλα παιδιά δυσκολεύτηκαν στην επικοινωνία, η οποία τις περισσότερες φορές γινόταν διαδικτυακά, λόγω των περιορισμών για την κοινωνική απομόνωση λόγω του Covid-19: «οι περισσότερες δυσκολίες αφορούσαν την επικοινωνία μου με άλλα μέλη της ομάδας μου (λόγο απόστασης και βεβαρημένου ωραρίου)» και «Ο χρόνος συνάντησης ήταν μέσω Διαδικτύου λόγω των καταστάσεων και πιστεύω θα είχαμε μεγαλύτερη συνεννόηση αν ήταν δια ζώσης». Τους απασχόλησαν πρακτικές δυσκολίες: «Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας μου συνάντησα κάποιες μικρές δυσκολίες όπως ήταν η σταθεροποίηση του θερμομέτρου διότι σαν εμπόδιο υπήρχε ο άνεμος». Και η ορθότητα των μετρήσεων τους: «Ναι κάποιες φορές οι μετρήσεις ήταν πολύ υψηλές ή χαμηλές». Θα μπορούσε κανείς, σχολιάζοντας τες, να πει ότι είναι δυσκολίες που θα απασχολούσαν έναν μικρό ερευνητή.

Οι 16 στους 18 δήλωσαν ότι δεν έχουν να συμπληρώσουν ή να αλλάξουν κάτι στη διαδικασία ή στο σχεδιασμό του έργου, με έναν από αυτούς να δηλώνει: «Πιστεύω τα πήγαμε αρκετά καλά και αν δεν κάναμε κάποια μικρό λάθη δεν θα τα κατανοούσαμε άρα πιστεύω δεν θα άλλαζα κάτι». Το κορίτσι που δήλωσε ότι είχε πρόβλημα με τη σταθεροποίηση του θερμομέτρου, λόγω του ανέμου, δηλώνει ότι «Θα άλλαζα μόνο την τοποθεσία του θερμομέτρου για να είναι πιο σταθερό». Και τέλος, ένας απ' τους μαθητές που είχαν ελάχιστη δραστηριότητα καθ' όλη τη διάρκεια έγραψε: «Ναι, θα ήθελα να είχαμε καλύτερα θερμόμετρα και κάποιον ειδικό να μας πει αν το μέρος που βάλαμε το θερμόμετρο είναι το σωστό μέρος για να βγούμε ακριβείς οι μετρήσεις». Η αυτοαντίληψή του και η αυτοαποτελεσματικότητά του είναι πολύ χαμηλές. Νιώθει την ανάγκη να ελεγχθεί από κάποιον, ακόμα και στο αν τοποθέτησε σωστά το θερμόμετρο.

Τελικά ρωτήθηκαν, αν θα λάμβαναν μέρος εθελοντικά σε ένα μεγαλύτερο έργο της Επιστήμης του Πολίτη. Όλα τα παιδιά ήταν θετικά, μερικά υπό κάποιες προϋποθέσεις: «εξαρτάται από τη θεματολογία» και «εφόσον μπορώ και έχω ελεύθερο χρόνο». Εντύπωση προκαλεί το θέμα του ελεύθερου χρόνου σε παιδιά 16 ετών. Αναφέρθηκε και παραπάνω το «βεβαρημένο πρόγραμμα» από κάποιον. Δυστυχώς σχεδόν όλα τα παιδιά περνούν τα απογεύματά τους, όχι κάνοντας κάποιες δραστηριότητες που τους αρέσουν, ούτε μελετώντας τα μαθήματά τους, αλλά παρακολουθώντας φροντιστηριακά μαθήματα, όπου κι εκεί πολλές φορές παρακολουθούν αδιάφορα κι έτσι δεν τους προσφέρει τίποτα. Το ελληνικό

εκπαιδευτικό σύστημα το επιτρέπει αυτό, με το να θέτει ως στόχο μια δυσανάλογη ως προς το χρόνο διδακτέα ύλη σε κάθε μάθημα, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο ανασφάλεια στους/στις μαθητές/τριες και τις οικογένειες τους και τρομερό άγχος στους εκπαιδευτικούς, που πολλές φορές, για να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν στο επαγγελματικό τους καθήκον, παραμερίζουν τον βασικό στόχο του σχολείου, που είναι η μάθηση.

Οι λόγοι για τους οποίους θα συμμετείχαν οι μαθητές σε ένα τέτοιο έργο, είναι γιατί τους αρέσει ο «εθελοντισμός» και γιατί «μπορεί να ακουγόμαστε στο κοινωνικό σύνολο, ώστε να υπάρξουν αλλαγές και να ευαισθητοποιηθεί ο κόσμος», «Προκειμένου να προστατέψουμε την γη μας και τον εαυτό μας». Οι νέοι σε όλο τον κόσμο πρωτοστατούν στις διαμαρτυρίες για το περιβάλλον και την κλιματική αλλαγή. Κι έτσι κι αλλιώς η ανθρωπότητα εναποθέτει τις ελπίδες της σ' αυτούς.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας, οργανώθηκε και υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο της Επιστήμης του Πολίτη, για να εξακριβωθεί, αν μπορεί να εφαρμοστεί ως μια καινοτόμα μορφή διδασκαλίας, που να συνδέει διεπιστημονικά αρκετά από τα αντικείμενα που διδάσκονται στο ελληνικό σχολείο, αν όχι όλα. Και να προσφέρει μια δίοδο προς τη μεταβολή των πεποιθήσεων των μαθητών/τριων για τις Θετικές Επιστήμες, τις οποίες έχουν τοποθετήσει στην κορυφή της ιεραρχίας με κριτήριο τη δυσκολία που συναντούν ή περιμένουν να συναντήσουν σε κάθε σχολικό αντικείμενο.

Το πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται καθετί αποτελεί σημαντικό παράγοντα τόσο για τη διεπιστημονικότητα, όσο και για την εννοιολογική αλλαγή. Για τον αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι, για να μπορέσουμε να απαντήσουμε στα ερωτήματα που τέθηκαν, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ένα σύνολο μεταβλητών, όπως είναι το περιβάλλον στο οποίο ενήργησε κάθε μαθητής, τη σχέση του με τα επιστημονικά αντικείμενα, τη σχέση του με τους συμμαθητές του, αλλά και τους διδάσκοντές του. Η πολυπλοκότητα του συστήματος μεγαλώνει αν λάβουμε υπόψη μας και τις κοινωνικές δεξιότητες του κάθε παιδιού, ώστε να μπορέσει να συνεργαστεί αρμονικά τόσο με τους συνομηλίκους του, όσο και με την εκπαιδευτικό.

Στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα παιδιά, ολοκλήρωσαν τις μετρήσεις με τα θερμόμετρα. Κάποια έδειξαν ενθουσιασμό και συνέπεια και κάποια ήθελαν λίγο παραπάνω «σπρώξιμο». Αν και οι κάποιες δυσκολίες παρουσιάστηκαν στη συμπλήρωση των δύο ερωτηματολογίων, δεν υπήρξαν παιδιά, που να μην ολοκλήρωσαν την εργασία ή να μην είχαν καθόλου δραστηριότητα.

Όταν εντοπίστηκαν οι εναλλακτικές αντιλήψεις στην έννοια της θερμοκρασίας, αντί ο διδάσκοντας να τους πει ότι είναι λανθασμένες και να τους δώσει μια σειρά ασκήσεων που θα απαιτούσαν χαρτί και μολύβι για την επίλυσή τους, τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με μια διαφορετική προσέγγιση, με μεγαλύτερη επεξηγηματική δύναμη.

Υπάρχει μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας, που κατατάσσει τη γνωστική σύγκρουση στις κονστρουκτιβιστικές θεωρίες, όπως είναι η ανακαλυπτική μάθηση, στις οποίες το θεωρητικό πλαίσιο στηρίχθηκε η συγκεκριμένη προσπάθεια. Ήταν αναπόφευκτο να μη δημιουργηθεί, αφού για να δικαιολογήσουν και να αξιολογήσουν τις υποθέσεις τους, έπρεπε να κατανοήσουν ότι κάποιες απ' τις πρωταρχικές τους αντιλήψεις δε συνάδουν με την επιστημονική γνώση. Έτσι, απαντώντας στο πρώτο απ' τα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε, η εννοιολογική αλλαγή που επιτεύχθηκε εν μέρει, αναφορικά με την έννοια της θερμοκρασίας είναι ότι η θερμοκρασία δεν αποτελεί ένα μέτρο της θερμότητας, ούτε είναι μια ιδιότητα της ύλης, την οποία αισθανόμαστε μέσω κάποιας απ' τις αισθήσεις μας, αλλά είναι η ίδια ένα φυσικό μέγεθος, που μετράει την κινητική ενέργεια των μορίων/ατόμων κλπ της ύλης, με όποιο τρόπο κι αν έχει προκληθεί αυτή.

Η φράση « εν μέρει» χρησιμοποιήθηκε στην επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής, γιατί υπήρξαν και μαθητές που ούτε μετά την παρέμβαση άλλαξαν τις αντιλήψεις τους. Ούτε ενσωμάτωσαν τη νέα γνώση στην προϋπάρχουσα. Γενικά δεν υπήρξε καμία μεταβολή στο γνωστικό τους πεδίο, αν και κάποιου/ες απ' αυτούς/ες προσπάθησαν να καλυφθούν πίσω απ' την στεγνή αποτύπωση του περιεχομένου της έννοιας.

Γενικά παρατηρήθηκαν πέντε προφίλ μαθητών/τριών στο σύνολο των 18, που συμμετείχαν, με μη ομοιόμορφη κατανομή. Τα κριτήρια με τα οποία ο καθένας ή η καθεμία κατατασσόταν σε μία απ' τις πέντε αυτές ομάδες ήταν τα εξής: α) η ολοκλήρωση των δύο ερωτηματολογίων και φυσικά β) η ολοκλήρωση και των μετρήσεων, γ) το είδος των απαντήσεων που έδιναν, τόσο ποσοτικά (μονολεκτική, σύντομη, αναλυτική ή αντιγραμμένη) όσο και ποιοτικά, αν αυτά που έγραφαν είχαν κάποιου είδους επιστημονική τεκμηρίωση, δ) οι δεξιότητες διερεύνησης, που αποκτήθηκαν (αλλά κι αν προϋπήρχαν δεν μπορεί να ελεγχθεί), ε) η συμμετοχή στις συζητήσεις στην ολομέλεια, που κατά κάποιο τρόπο φανερώνει το ενδιαφέρον για τη φύση και το περιβάλλον, στ) η συμμετοχή στις εργασίες και τις διαβουλεύσεις της ομάδας για να λάβουν την απόφαση για το χαρακτηρισμό της κάθε θερμοκρασίας, ζ) το κατά πόσο ήταν διαθέσιμος/η και ανοιχτός/ή επικοινωνιακά για συνεργασία με την υπόλοιπη ομάδα και τέλος η) τα κίνητρα. Και συγκεκριμένα το είδος των κινήτρων που είχε στη διάθεσή του κάθε μαθητής/τρια.

Στο Προφίλ 1 ανήκουν τα παιδιά, που είχαν πολύ χαμηλή ολοκλήρωση των ερωτηματολογίων και σχεδόν καθόλου δραστηριότητα. Είναι τα παιδιά που σε κάποιες ερωτήσεις του δεύτερου ερωτηματολογίου απαντούσαν με τελεία «.» και υπάρχει αμφιβολία για το αν πραγματοποίησαν τις πρώτες μετρήσεις ή όχι. Πάντως μετά την ανατροφοδότηση που δέχτηκαν μετά το πέρας της πρώτης μέρας, δεν ξαναπαρουσιάστηκε αντίστοιχο πρόβλημα. Δε συμμετείχαν σε καμία ομαδική επικοινωνία, παρά τις παροτρύνσεις των άλλων μελών των ομάδων τους και παρά το εξωτερικό κίνητρο που τους δόθηκε, δεν έδειξαν καμία διάθεση για έρευνα. Σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να πούμε ότι επετεύχθη η εννοιολογική αλλαγή σε αυτούς/ές. Μόνο 3 παιδιά ανήκουν στο συγκεκριμένο προφίλ.

Σε αυτό το σημείο κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί ότι το σε ποιο προφίλ κατατάσσεται κάθε μαθητής ή κάθε μαθήτρια ουδεμία σχέση έχει με τις σχολικές του/της επιδόσεις. Θα περίμενε κανείς τα παιδιά που έχουν τα χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν παραπάνω να είναι κάπως «αδύναμοι» μαθητές με κοινωνικής φύσης ζητήματα. Αντιθέτως είναι πολύ «δημοφιλή» άτομα στις τάξεις των συμμαθητών τους, αν και πράγματι παρουσιάζουν προβλήματα στην επίδοσή τους, αλλά θα χαρακτηρίζονταν ως «μέτριοι» μαθητές.

Στο Προφίλ 2 είναι τα παιδιά με μέτρια επίδοση στην ολοκλήρωση των ερωτηματολογίων και λίγη δραστηριότητα. Είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες που δυσκολεύτηκαν, αλλά δεν ήθελαν και να εγκαταλείψουν. Είναι αυτοί που απλά επικόλλησαν τις απαντήσεις που βρήκαν εύκολα, με αναζήτηση σε κάποια διαδικτυακή πηγή, που συμμετείχαν ελάχιστα και δεν μπορούσαν να ακολουθήσουν τις οδηγίες που τους δόθηκαν, αν και επαναλήφθηκαν πολλές φορές. Δεν ήταν τόσο η δυσκολία στην κατανόηση των οδηγιών, όσο ότι επειδή δεν έδειχναν ενδιαφέρον, δεν θυμόντουσαν τι έπρεπε να κάνουν. Σε κάποιες ερωτήσεις όμως, ειδικά για την κλιματική αλλαγή, έδειξαν κάποιο ενδιαφέρον. Μετά από προτροπές των άλλων συμμετείχαν στις συναντήσεις με τις ομάδες τους, αλλά δεν εξέφραζαν άποψη. Και σε αυτή τη κατηγορία κατατάσσονται λίγα παιδιά. Είναι σαφές ότι λόγω της πολυπλοκότητας της ερμηνείας των μαθησιακών αποτελεσμάτων, είναι πολύ δύσκολο να κατατάξουμε ξεκάθαρα στο ένα ή στο άλλο προφίλ τους μαθητές.

Στο Προφίλ 3 ανήκουν οι μαθητές που ολοκλήρωσαν με επιτυχία όλες τις απαιτούμενες διαδικασίες, αλλά είχαν μέτρια δραστηριότητα. Εδώ ανήκει και η πλειοψηφία των μαθητών, ανάμεσά τους και οι μαθητές με τις πολύ καλές επιδόσεις στα σχολικά

μαθήματα. Συμμετείχαν στις ομαδικές και στην ολομέλεια, συμπλήρωναν γρήγορα τα ερωτηματολόγια και κατανόησαν απ' την αρχή όλα τα απαιτούμενα βήματα. Είναι οι μαθητές που μπορούν να οργανώνουν καλά και να ολοκληρώνουν τις δραστηριότητές τους. Δεν καταβάλλουν όμως περισσότερη προσπάθεια, πάρα μόνο αυτή που χρειάζεται, για να μπορούν να ανταπεξέρχονται στις υποχρεώσεις τους.

Στο Προφίλ 4 εντάσσονται τα παιδιά με υψηλή ολοκλήρωση των απαιτούμενων ενεργειών και μεγάλη δραστηριότητα. Κρατούσαν το ημερολόγιο της ομάδας και έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον, τόσο για το θέμα της θερμοκρασίας, όσο και για την κλιματική αλλαγή. Προσπάθησαν και πολλές φορές το πέτυχαν να εργαστούν επιστημονικά και να πραγματοποιήσουν έρευνα για τα συγκεκριμένα ζητήματα. Εντύπωση προκαλεί, ότι σε αυτή την κατηγορία, τα περισσότερα παιδιά ακολουθούν Ανθρωπιστικό Προσανατολισμό.

Και τέλος, στο Προφίλ 5 συναντήσαμε μόνο δύο παιδιά. Ένα κορίτσι και ένα αγόρι και τα δύο Θετικού Προσανατολισμού. Είναι το προφίλ της πλήρους ολοκλήρωσης, με πολύ μεγάλη δραστηριότητα. Είναι αυτά που απ' την αρχή έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον τόσο για την ίδια την ίδια την Επιστήμη και το περιβάλλον, όσο και για τις ερευνητικές μεθόδους. Αφιέρωσαν τον περισσότερο χρόνο απ' όλους και ενήργησαν περισσότερο απ' όλους. Παρότρυναν τους συμμαθητές τους, όχι μόνο της ομάδας τους, αλλά όλους, να ολοκληρώσουν την εργασία και τους έλεγαν τι να προσέξουν κλπ. Εξηγούσαν στα παιδιά που δεν έδειχναν ενδιαφέρον, πρωταγωνίστησαν στη συζήτηση με ολόκληρο το τμήμα και αν κάτι έπεφτε στην αντίληψή τους ως λάθος, το συζητούσαν αμέσως με την υπεύθυνη εκπαιδευτικό. Αυτά και τα δύο παιδιά σκέφτονται να ακολουθήσουν σταδιοδρομία στα Μαθηματικά ή/και στις Φυσικές Επιστήμες μετά το Λύκειο. Σε αυτές τις δύο περιπτώσεις θα μπορούσε κανείς να πει ότι επιτεύχθηκε η εννοιολογική αλλαγή. Η εννοιολογική αλλαγή δεν περιλαμβάνει μόνο την αλλαγή σε συγκεκριμένες πεποιθήσεις και προϋποθέσεις, αλλά περιλαμβάνει και την ανάπτυξη μεταεννοιολογικής επίγνωσης και κατασκευή επεξηγηματικών πλαισίων με μεγαλύτερη και συστηματικότερη συνοχή και επεξηγηματική δύναμη (Vosniadou, Ioannides, Dimitracopoulou & Papademitriou, 2001).

Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα φανερώνεται μέσα απ' την μικρή αυτή έρευνα. Αυτό είναι ότι γίνεται κακή χρήση του διαδικτύου. Αν και όλα τα παιδιά είναι πολύ εξοικειωμένα με αυτό, κάποια απ' αυτά, όχι λίγα, απλά αντέγραψαν απ' την πρώτη ιστοσελίδα που εμφανίστηκε στα αποτελέσματα της αναζήτησής τους σε κάποια μηχανή, χωρίς να επαληθεύσουν ή να διασταυρώσουν τις πληροφορίες που αναφέρονται σε αυτή. Θα έπρεπε ίσως να υπάρχει ειδική ενότητα στο ήδη υπάρχον μάθημα της Πληροφορικής στο σχολείο, που τα παιδιά να διδάσκονται τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αντλούν πληροφορίες απ' το διαδίκτυο. Στη δική μας περίπτωση, όμως είναι ένα ακόμα στοιχείο για το αν κατάφεραν ή όχι να γίνουν τα ίδια «ερευνητές». Βέβαια υπήρξαν και οι μαθητές/τριες που πράγματι ερεύνησαν και μελέτησαν παραπάνω από μία διαδικτυακές πηγές και σε συνδυασμό με σχολικά και άλλα βιβλία, εξήγαγαν τα συμπεράσματά τους. Αυτό ενισχύει την άποψή μας για την ύπαρξη διαφορετικών προφίλ μαθητών, ανάλογα με τη δραστηριότητά τους, που διατυπώθηκε παραπάνω.

Για το δεύτερο ερώτημα, η παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε κατάφερε να εγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών, να τους ευαισθητοποιήσει και να σκέφτονται τρόπους να ευαισθητοποιήσουν και άλλους. Κατάφερε στην πλειοψηφία των μαθητών να μετασχηματίσει τη στάση τους, όχι μόνο απέναντι στην Επιστήμη, αλλά και στο περιβάλλον.

Αν έπρεπε η παρέμβαση να καταταχθεί σε κάποια κατηγορία, θα κατατασσόταν στην κατηγορία των περιβαλλοντικών έργων. Οι συμμετέχοντες συνδέθηκαν περισσότερο με τη φύση, ανέπτυξαν κριτική σκέψη και ενισχύθηκαν τα συναισθήματα αυτοαποτελεσματικότητάς τους. Η σύνδεση με τη φύση είναι αυτή που ενδεχομένως θα οδηγήσει από τη θετική στάση απέναντι στο περιβάλλον στην οικολογική συμπεριφορά. Αν και στα αποτελέσματα της παρέμβασης δε διαφάνηκε κάτι τέτοιο, αφού οι μαθητές, έδειξαν πως για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, πρότειναν τρόπους που ωφελούνταν οι ίδιοι και οι οικογένειες τους σε οικονομικό επίπεδο, κάτι που βρίσκεται σε πλήρη συμφωνία με τη διεθνή βιβλιογραφία.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ & ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Υπήρξαν διάφοροι περιορισμοί κατά τη διάρκεια της έρευνας. Από τη μεριά της εκπαιδευτικού που διεξήγαγε το πρόγραμμα, ήταν η πρώτη φορά που καταπιάστηκε με έργο της Επιστήμης του Πολίτη και τις μεθόδους της. Της έλειπε η εμπειρία, ώστε να μπορέσει να προλάβει τυχόν λάθη, πριν αυτά συμβούν, αλλά και ο τρόπος να τα αντιμετωπίσει όταν τελικά συνέβησαν. Υπήρξαν περιπτώσεις παιδιών που στην αρχή τουλάχιστον, ήταν επιφυλακτικά, διότι νόμιζαν ότι θα αξιολογηθούν από τις απαντήσεις που έδιναν, αλλά μετά από συζήτηση ξεπεράστηκε το συγκεκριμένο εμπόδιο. Αλλά και λόγω της φύσης του πειράματος η πιθανή καταστροφή ή υπερθέρμανση του θερμομέτρου, λόγω ανεπαρκούς θωράκισης ή έκθεσης στις καιρικές συνθήκες, ήταν μια απ' τις ανησυχίες κατά τη διάρκεια τουλάχιστον των μετρήσεων.

Η έλλειψη χρόνου απ' τη μεριά των μικρών ερευνητών ήταν ακόμα ένας περιορισμός που το τόνισαν και τα ίδια τα παιδιά. Ο κανονισμός και η διοίκηση του σχολείου, δεν επέτρεπαν να πραγματοποιηθούν οι συναντήσεις κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου. Έπρεπε να γίνονται απογευματινές ώρες ή Σαββατοκύριακο. Το πολύ φορτωμένο πρόγραμμα των μαθητών/τριών, απ' τις διάφορες δραστηριότητές τους δεν τους επέτρεπε να έχουν συχνές συναντήσεις με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας τους, αλλά ήταν παρόντες/παρούσες σε όλες τις συναντήσεις με την εκπαιδευτικό, οι οποίες πραγματοποιούνταν εξ' αποστάσεως (μέσω της εφαρμογής Webex), λόγω και των υγειονομικών πρωτοκόλλων. Στους ούτως ή άλλως πολλούς περιορισμούς, προστέθηκαν κι αυτοί λόγω του Covid-19. Αυτός ήταν και ένας απ' τους λόγους που το δείγμα ήταν εξαιρετικά μικρό. Τα μέτρα για την προστασία που ίσχυαν τη δεδομένη περίοδο, δεν επέτρεπαν την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων με ανάμειξη παιδιών από πολλά τμήματα, αλλά μόνο από ένα.

Θα είχε ενδιαφέρον αυτή η έρευνα να κρατήσει σε βάθος χρόνου. Για παράδειγμα να ξαναγίνουν μετρήσεις με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, την ίδια εβδομάδα του επόμενου χρόνου, ώστε να συγκριθούν οι μετρήσεις των ίδιων τόπων. Απ' τα ίδια ή από άλλα παιδιά του ίδιου όμως σχολείου, για να συμπίπτουν γεωγραφικά. Ενδεχομένως να προέκυπταν πολύ ενδιαφέροντα ευρήματα, αφού στις μεταβλητές που θα έπρεπε να λάβουν υπόψη θα συμπεριλαμβάνονταν και οι μετρήσεις του προηγούμενου έτους ή των προηγούμενων ετών, για να μπορέσουν να διαπιστώσουν αν υπήρχαν αλλαγές ακόμα και από χρόνο σε χρόνο. Επίσης ενδιαφέρον θα είχε, μια μεγαλύτερης έκτασης έρευνα, που θα απευθυνόταν σε περισσότερους μαθητές, όχι μόνο απ' το ίδιο σχολείο, αλλά και από άλλα σχολεία. Με επέκταση εκτός των ορίων του νησιού, αλλά μέσα από τις συνεργασίες των σχολείων, στα πλαίσια ευρωπαϊκών και άλλων προγραμμάτων, να φτιαχτεί ένα δίκτυο σχολείων, με σκοπό τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων με τις θερμοκρασίες ανά ημέρα και ώρα, από πολλές πόλεις, όχι μόνο της Ελλάδας, αλλά και της Ευρώπης. Με αυτό μάλιστα τον τρόπο θα μπορούσαν οι μαθητές και οι μαθήτριες να αντιληφθούν ότι και τα άλλα παιδιά έχουν τις ίδιες αντιλήψεις, τις ίδιες εναλλακτικές ιδέες και τις ίδιες ανησυχίες με εκείνους/ες γύρω απ' την έννοια της θερμοκρασίας γενικότερα.

Στη συγκεκριμένη παρέμβαση, ο βασικός μας άξονας ήταν η θερμοκρασία. Αντίστοιχες εργασίες θα μπορούσαν να καταπιαστούν με άλλα αντικείμενα, όπως για παράδειγμα τη μελέτη της ποιότητας του νερού, τη βιοποικιλότητα της περιοχής γύρω απ' το

σχολείο ή απ' τα σπίτια των μαθητών/τριών, τα μορφοπλασματικά σύνολα (fractals) στη φύση και άλλα πολλά.

Η αλλαγή των αντιλήψεων και των στάσεων μπορούν να επιτευχθούν μέσα απ' την εκπαίδευση. Με τον όρο εκπαίδευση δεν εννοούμε τη στείρα αποστήθιση εννοιών και όρων, αλλά την εφαρμογή καινοτόμων μορφών διδασκαλίας, διεπιστημονικού χαρακτήρα, που στο επίκεντρο είναι ο μαθητής, ο οποίος συμμετέχει ενεργά και αλληλεπιδρά με το αντικείμενο μάθησης, τους συμμαθητές του και τον εκπαιδευτικό.

Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής στη σχέση του μαθητή με τη γνώση, οφείλει πρώτα απ' όλα να καταρτιστεί ο ίδιος στα αντικείμενα, που διδάσκει, ώστε να νιώθει ασφαλής κατά την πράξη της διδασκαλίας και αν πρόκειται να αλλάξει τις αντιλήψεις του «μη επιστήμονα» μαθητή για την Επιστήμη, θα πρέπει να αλλάξει ο ίδιος τον τρόπο με τον οποίο διδάσκει την Επιστήμη.

Σύμφωνα με τους Bonney κ.ά. (2009b) η Επιστήμη του Πολίτη και η συμμετοχή των μαθητών σε αυτή με τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων καταρρίπτει το μύθο του τι είναι Επιστήμη και ποιος μπορεί να ασχοληθεί με αυτήν. Συνεπώς μπορεί να αποτελέσει το μέσο, για την αλλαγή στη σκέψη των εφήβων για την μελλοντική ενασχόληση τους με τις Θετικές Επιστήμες, αλλά και την ανάπτυξή τους ως ενεργοί πολίτες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., Παπασιμίπα, Α. (2015). *Φυσική Β' Γυμνασίου, Βιβλίο Μαθητή*. Αθήνα: ΙΤΥΕ Διόφαντος.
- Agra, G., Formiga, N. S., de Oliveira, P. S., Costa, M. M. L., Fernandes, M. d. G. M., & da Nóbrega, M., Miriam Lima. (2019). Analysis of the concept of meaningful learning in light of the ausubel's theory. *Revista Brasileira De Enfermagem*, 72(1), 248-255. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>
- Al-Damkhi, M. (2007). Kuwait's oil well fires, 1991: environmental crime and war, *International Journal of Environmental Studies*, 64:1, 31 - 44
- Araújo, J., Morais, C. & Paiva, J. (2021) *Chem. Educ. Res. Pract*, Advance Article, DOI: 10.1039/D1RP00190F
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., Roth, N. W., & Holthuis, N. (2018). Environmental education and K-12 student outcomes: a review and analysis of research. *The Journal of Environmental Education*, 49(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00958964.2017.1366155>.
- Βορίδη, Δ. (2021, 31 Δεκεμβρίου). *Η Καθημερινή*, σελ.26.
- Βοσνιάδου, Σ. (2018). Η θεωρία πλαισίου και οι εκπαιδευτικές επιδράσεις της. Στο Ν. Κυριακοπούλου, & Ε. Σκοπελίτη (Επιμ.), *Νόηση και μάθηση υπό το πρίσμα της εννοιολογικής αλλαγής. Σύγχρονες έρευνες και προβληματισμοί* (σελ. 19 -34). Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg
- Başer, M. (2006). Fostering Conceptual Change by Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 96-114. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75458>
- Bishop, A. (2009). Researching family mathematical practices: background research and future challenges. Στο Φ. Καλαβάσης, Σ. Καφούση, Μ. Χιονίδου-Μοσκοφόγλου, Χ. Σκουμπουρδή, & Γ. Φεσάκης (Επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Συνεδρίου ΕΝΕΔΙΜ* (σελ. 43-53). Ρόδος
- Bonney, R. (1996). Citizen science: A lab tradition. *Living Bird*, 15(4), 7–15.
- Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J., et al. (2009a). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education*. A CAISE Inquiry Group ReportAQ publisher.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., et al. (2009b). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59, 977–984. doi: 10.1525/bio.2009.59.11.9
- Bonney, R., and Dhondt, A. A. (1997). “FeederWatch. An example of a student-scientist partnership,” in *Internet Links for Science Education. Innovations in Science Education and Technology, Vol. 4*, ed C. K. Cohen (New York, NY; London: Plenum Press), 31–53. doi: 10.1007/978-1-4615-5909-2_4
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L., and Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public Underst. Sci.* 25, 2–16. doi: 10.1177/0963662515607406

- Bonney, R., Phillips, T. B., Enck, J., Shirk, J., and Trautmann, N. (2014). *Citizen Science and Youth Education*. National Research Council Committee on Out-of-School Time STEM. Washington, DC: National Research Council.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In Vosniadou, S. (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cornes, RC., Dirksen, M., & Sluiter, R. (2020). Correcting citizen-science air temperature measurements across the Netherlands for short wave radiation bias. *Meteorol Appl.* 27 (1). e1814. <https://doi.org/10.1002/met.1814>
- Deutch, J., Moniz, E., Ansolabehere, S., Driscoll, M., Gray, P., Holdren, J., ... & Todreas, N. (2003). The future of nuclear power. *an MIT Interdisciplinary Study*, <http://web.mit.edu/nuclearpower>.
- DiSessa, A. A. (2018). A friendly introduction to “knowledge in pieces”: Modeling types of knowledge and their roles in learning. In *Invited lectures from the 13th international congress on mathematical education* (pp. 65-84). Springer, Cham.
- Drijvers, P. (2019). Embodied instrumentation: combining different views on using digital technology in mathematics education. In Jankvist, U. T., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Veldhuis, M. (Eds.). *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11)* (pp 8-28). Utrecht, the Netherlands: Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London: Routledge.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. *Educ Stud Math* 61, 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1995). Attitude strength, attitude structure, and resistance to change. *Attitude strength: Antecedents and consequences*, 4(2), 413-432.
- Eagles, P. F., & Demare, R. (1999). Factors influencing children's environmental attitudes. *The Journal of Environmental Education*, 30(4), 33-37.
- Echeveria, A., Ariz, I., Moreno, J., Peralta, J., & Gonzalez, E. (2021). Learning Plant Biodiversity in Nature: The Use of the Citizen–Science Platform iNaturalist as a Collaborative Tool in Secondary Education. *Sustainability*, 13 (2), 735. <https://doi.org/10.3390/su13020735>
- Fessakis, G., & Karakiza, T. (2011). Pedagogical Beliefs and Attitudes of Computer Science Teachers in Greece. *Themes in Science and Technology Education*, 4(2), 75-88.
- Follett, R., & Strezov, V. (2015). An analysis of citizen science based research: Usage and publication patterns. *PloS One*, 10(11), e0143687
- Friedman, A. J. (2008). Framework for evaluating impacts of informal science education projects report from a National Science Foundation Workshop. Retrieved from http://www.informalscience.org/sites/default/files/Eval_Framework
- Ζιακόπουλος, Δ. (2008). Καιρός: Ο γιος της Γης και του Ήλιου: Τόμος I, Η Γνώση. Αθήνα: Ιδιωτική έκδοση.
- Gleick, P. H. (2014). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. *Weather, climate, and society*, 6(3), 331-340.

- Halkos G., & Matsiori S., (2017). Environmental attitude, motivations and values for marine biodiversity protection, *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 69, 61-70.
- Harlow D.B., & Bianchini J.A. (2020). Knowledge-in-Pieces—Andrea A. diSessa, David Hammer. In: Akpan B., Kennedy T.J. (eds) *Science Education in Theory and Practice. Springer Texts in Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_26.
- Hickman, C. (2020). We need to (find a way to) talk about... Eco-anxiety. *Journal of Social Work Practice*, 34(4), 411-424.
- Hochachka, W., Fink, D., Hutchinson, R., Sheldon, D., Wong, W., & Kelling, S. (2012). Data-intensive science applied to broad-scale citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 27 (2), 130-137.
- Inaltekin, T. & Akcay, H. (2021). Examination the knowledge of student understanding of pre-service science teachers on heat and temperature. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(2), 445-478. <https://doi.org/10.46328/ijres.1805>
- Irwin A, Georg S, Vergragt P. (1994). The social-management of environmental-change. *Futures*, 26(3), 323–34.
- Jacobson, T. & Xu, L. (2004). *Motivating students in information literacy classes*. New York: Neal-Schuman Publishers.
- Jenkins, L.L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: a strategy for making science relevant to students' lives. *Cult Stud of Sci Educ*, 6, 501–508. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9304-4>.
- de Jong T, van Joolingen W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains, *Review of Educational Research*, 68, 179-202.
- van Joolingen, W. R., de Jong, T., Lazonder, A. W., Savelsbergh, E. R., & Manlove, S. (2005). Co-Lab: research and development of an online learning environment for collaborative scientific discovery learning. *Computers in human behavior*, 21(4), 671-688.
- Καλαβάσης Φ. & Μούτσιος- Ρέντζος Α., 2015, σελ.66) *Ανάμεσα στο Μέρος και στο όλο Αναστοχαστική οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών*. Εκδόσεις Gutenberg.
- Κολιάδης, Ε. (2007). *Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Πράξη: Τόμος Γ': Γνωστικές Θεωρίες*. Αθήνα
- Κολιόπουλος, Δ. (1997). *Επιστημολογικές και διδακτικές διαστάσεις των διαδικασιών συγκρότησης αναλυτικού προγράμματος: Η περίπτωση του διδακτικού μετασχηματισμού και της μάθησης της έννοιας της ενέργειας*. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Κολιόπουλος, Ι., Σβολόπουλος, Κ., Χατζηβασιλείου, Ε., Νημάς, Θ. & Σχολινάκη-Χελιώτη, Χ. (2020). *Ιστορία του νεότερου και του σύγχρονου κόσμου (από το 1815 έως σήμερα)*. Αθήνα: Διόφαντος.
- Κολιόπουλος, Φ. Γ. (2020). *Συμμετοχική σχεδίαση για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών στο πλαίσιο της επιστήμης των πολιτών* (No. GRI-2020-28214). Aristotle University of Thessaloniki.
- Κρητικός, Γ., & Καλαβάσης, Φ. (2021). Εκπαιδευτική Μηχανική: Μετασχηματίζοντας τη σχολική μονάδα σε μανθάνοντα οργανισμό μέσα από διεπιστημονικούς αναστοχασμούς. Στο Α. Κοντάκος & Φ. Καλαβάσης (Επιμ.), *Θέματα Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού* (τ. 12, σελ 127 – 152), Αθήνα: Διάδραση

- Κρητικός, Γ., Μούτσιος-Ρέντζος, Α., & Καλαβάσης, Φ. (2021). Στήριξη διεπιστημονικών αναστοχασμών στη σύγχρονη διδασκαλία Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: ανάμεσα στο δια ζώσης και το εξ αποστάσεως. Στο Α. Σοφός, Α. Κώστας, Γ. Φούζας, & Β. Παράσχου. Πρακτικά του 1ου Διεθνούς Συνεδρίου «Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες: Η απότομη μετάβαση της εκπαιδευτικής μας πραγματικότητας σε ψηφιακά περιβάλλοντα. Στάσεις-Αντιλήψεις-Σενάρια-Προοπτικές-Προτάσεις, 3-5 Ιουλίου 2020» (σελ. 266-274). Ηλεκτρονική έκδοση: Ελληνικό Κέντρο Τεκμηρίωσης.
- Kaiser, F. G., Wölfing, S., & Fuhrer, U. (1999). Environmental attitude and ecological behaviour. *Journal of environmental psychology*, 19(1), 1-19.
- Kapsenberg, L., Alliouane, S., Gazeau, F., Mousseau, L., & Gattuso, J.-P. (2017): Coastal ocean acidification and increasing total alkalinity in the northwestern Mediterranean Sea, *Ocean Sci.*, 13, 411–426, <https://doi.org/10.5194/os-13-411-2017>.
- Katsaris, A. (2010). Klimatiki allagi kai perivallontikoi prosfyges [in Greek][climate change and environmental refugees]. *Nomos+ Physis [Law and Nature]*.
- Kelemen-Finan J., Scheuch M., & Winter S. (2018) Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40:17, 2078-2098, DOI: 10.1080/09500693.2018.1520405
- Kloetzer, L., Lorke, J., Roche, J., Golumbic, Y., Winter, S., & Jõgeva, A. (2021). Learning in Citizen Science. In Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., ... & Wagenknecht, K. (eds.), *The Science of Citizen Science* (pp 283-308). Springer Nature.
- Kopytko, N., & Perkins, J. (2011). Climate change, nuclear power, and the adaptation–mitigation dilemma. *Energy Policy*, 39(1), 318-333.
- Libération, (2021). “Canada 49,6° C”. *Libération*, Juillet 1, p.1.
- Μούτσιος-Ρέντζος, Α., Κρητικός, Γ., & Καλαβάσης, Φ. (2017). Διεπιστημονικές αναστοχαστικές διαδρομές ανάμεσα στα μαθηματικά και τη φυσική: σημεία, αντικείμενα, ερμηνευτές και νοήματα. Πρακτικά 34ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας με Διεθνή Συμμετοχή «Πάντα κατ’αριθμόν γίνονται» (σελ. 643-653). Λευκάδα: Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία, ISSN 1105-7955.
- Μούτσιος-Ρέντζος, Α., Τάτσης, Κ., Κρητικός, Γ., & Καλαβάσης, Φ. (2018). Διεπιστημονική προσέγγιση στην κατασκευή προβλήματος στα μαθηματικά και τη φυσική του σχολείου: ένα αναστοχαστικό εργαστήριο. Στο Χ. Σκουμπουρδή, & Μ. Σκουμιός (Επιμ.), Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες (σελ. 148-155). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ISBN: 978-960-86791-9-1, Ρόδος, 09-11 Νοεμβρίου.
- Miles, J. & Naumann, S. (2021) Science self-efficacy in the relationship between gender & science identity. *International Journal of Science Education*, 43:17, 2769-2790, DOI: [10.1080/09500693.2021.1986647](https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1986647)
- Milfont, T. L., & Duckitt, J. (2010). The environmental attitudes inventory: A valid and reliable measure to assess the structure of environmental attitudes. *Journal of environmental psychology*, 30(1), 80-94.
- Nikitina, S., & Mansilla, V. B. (2003). Three strategies for interdisciplinary math and science teaching: A case of the Illinois Mathematics and Science Academy. *Goodwork Project Report Series*, 21.

- Ozdem-Yilmaz Y., Bilican K. (2020) Discovery Learning—Jerome Bruner. In: Akpan B., Kennedy T.J. (eds) *Science Education in Theory and Practice. Springer Texts in Education*. Springer, Cham. (p. p. 177-190)https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9_13.
- Owusu, P. A., & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990.
- Πολεμικού, Α. (2022). Οικολογικό άγχος (eco-anxiety): Μια σύγχρονη έννοια που συνδέει την ψυχική υγεία με την κλιματική αλλαγή. Στο Β. Παπαβασιλείου, Γ. Ξανθάκου, Ν. Ανδρεαδάκης, Ε. Νικολάου, & Μ. Καΐλα. (Επιμ.), *Η κλιματική κρίση και... κρίσεις. Κρίσιμο σταυροδρόμι αποφάσεων και δράσεων στο εδώ και τώρα* (σελ. 1-19). Διάδραση.
- Phillips, T.B., Ferguson, M., Minarchek, M., Porticella, N., & Bonney, R. (2014). *User's guide for evaluating learning outcomes in citizen science*. Ithaca, NY: Cornell Lab of Ornithology. 58p. Retrieved from <http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/evaluation>
- Piatek-Jimenez, K., Cribbs, J., & Gill, N. (2018). College students' perceptions of gender stereotypes: Making connections to the underrepresentation of women in STEM fields. *International Journal of Science Education*, 40(12), 1432–1454.
- Pike, A.G., Dunne, M. (2011). Student reflections on choosing to study science post-16. *Cult Stud of Sci Educ*, 6, 485–500. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9273-7>
- Reser, J. P., Morrissey, S. A., & Ellul, M. (2011). The threat of climate change: Psychological response, adaptation, and impacts. In *Climate change and human well-being* (pp. 19-42). Springer, New York, NY.
- Roth WM. (2020) Interdisciplinary Approaches in Mathematics Education. In: Lerman S. (eds) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_82
- Rudd, J.A., Horry, R. & Skains, R.L.(2020). You and CO₂: a Public Engagement Study to Engage Secondary School Students with the Issue of Climate Change. *J Sci Educ Technol* 29, 230–241 . <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09808-5>
- Ruff, T.A. Ending nuclear weapons before they end us: current challenges and paths to avoiding a public health catastrophe. *J Public Health Pol* 43, 5–17 (2022). <https://doi.org/10.1057/s41271-021-00331-9>
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηγκήτα, Β. (2002). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα και θερμοκρασία. Στο Α. Μαργετουσάκη & ΠΓ Μιχαηλίδης (Επιμ.), 3, 316-324.
- Σκουμιάς, Μ. (2018). Σημειώσεις του μαθήματος Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Selby, J., Dahi, O. S., Fröhlich, C., & Hulme, M. (2017). Climate change and the Syrian civil war revisited. *Political Geography*, 60, 232-244.
- Senabre, E., Ferran-Ferrer, N., Perelló, J. (2018). Participatory design of citizen science experiments. *Comunicar. Media Education Research Journal*, 26 (1), 29-38
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2012). *Principles of Physics: A Calculus-Based Text, Volume 2*. Cengage learning.
- Shukla, P. R., Skeg, J., Buendia, E. C., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., & Malley, J. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

- Schultz, P. W., Shriver, C., Tabanico, J. J., & Khazian, A. M. (2004). Implicit connections with nature. *Journal of environmental psychology*, 24(1), 31-42.
- Sovacool, B. K., & Cooper, C. (2008). Nuclear nonsense: Why nuclear power is no answer to climate change and the world's post-Kyoto energy challenges. *Wm. & Mary Env'tl. L. & Pol'y Rev.*, 33, 1.
- Stern, P. C., & Dietz, T. (1994). The value basis of environmental concern. *Journal of social issues*, 50(3), 65-84.
- Τουμάσης, Μ. (1999). *Σύγχρονη διδακτική των Μαθηματικών*. Αθήνα: Gutenberg
- Tauginienė, L., Butkevičienė, E., Vohland, K. et al. (2020). Citizen science in the social sciences and humanities: the power of interdisciplinarity. *Palgrave Commun* 6, 89
- Tiberghien, A. (1980). Modes and conditions of learning. An example: the learning of some aspects of the concept of heat. *Cognitive development research in science and mathematics*, 288-309.
- Valero, P. (2017). Ένταξη και αποκλεισμός στη μαθηματική εκπαίδευση και κατασκευή του σύγχρονου πολίτη. *Έρευνα στη Διδακτική των Μαθηματικών*, 10, 9–26. <https://doi.org/10.12681/enedim.15204>
- Van Haeften, S, Milic, A, Addison-Smith, B, Butcher, C, Davies, JM. (2021). Grass Gazers: Using citizen science as a tool to facilitate practical and online science learning for secondary school students during the COVID-19 lockdown. *Ecol Evol* 11: 3488 – 3500
- Varaden, D., Leidland, E., Lim, S., & Barratt, B. (2021). “I am an air quality scientist”– Using citizen science to characterise school children's exposure to air pollution. *Environmental Research*, 201, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111536>
- Venghaus, S., Henseleit, M. & Belka, M. The impact of climate change awareness on behavioral changes in Germany: changing minds or changing behavior?. *Energ Sustain Soc* 12, 8 (2022). <https://doi.org/10.1186/s13705-022-00334-8>
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., ... & Wagenknecht, K. (2021). *The science of citizen science*. Springer Nature.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69
- Vosniadou S., Ioannides C., Dimitracopoulou A., Papademitriou E. (2001). Designing Learning Environments to promote conceptual understanding, *Learning and instruction*, 11 (2001). pp. 381-419. (EN)
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA.:Harvard University Press
- Wiggins A, Crowston K. From Conservation to Crowdsourcing: a Typology of Citizen Science (2011). Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2011). 2011:10 pp.- pp. doi: 10.1109/hicss.2011.207
- Fessakis, G., & Karakiza, T. (2011). Pedagogical Beliefs and Attitudes of Computer Science Teachers in Greece. *Themes in Science and Technology Education*, 4(2), 75-88.
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational studies in Mathematics*, 89(1), 41-65.

Φραγγίδου, Δ. Χ. (2019). *Σχεδιασμός, εφαρμογή και σύγκριση εκπαιδευτικών δράσεων με χρήση φορητής εφαρμογής, στο πλαίσιο της Επιστήμης των Πολιτών, για την καταπολέμηση της παιδικής παχυσαρκίας* (No. GRI-2019-26291). Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Διαδικτυακές πηγές

AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis (2021). Ανακτήθηκε από: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>

Γκούσια-Ρίζου, Μ. & Σδράλη, Δ. (2014). Ανάπτυξη περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος από τους μαθητές. Ο ρόλος της οικογένειας και του σχολείου. Ανάκτηση στις 15 Ιανουαρίου, 2022, από <http://www.pi-schools.gr/download/publications/epitheorisi/teychos10/061-073.pdf>

Conflict and Environment Observatory (2020, June). How does war damage the environment? Ανακτήθηκε Μάρτιος 13, 2022 από: <https://ceobs.org/how-does-war-damage-the-environment/>

Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) (2022) . Ανάκτηση στις 22 Μαρτίου, 2022, από: http://www.emy.gr/emv/el/climatology/climatology_city?perifereia=South%20Aegean&poli=Rodos

ECSA (European Citizen Science Association). 2015. Ten Principles of Citizen Science. Berlin. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>

Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>' [Online Resource]

Impacts of 1.5°C of Global Warming on Natural and Human Systems. Ανακτήθηκε από: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Chapter3_Low_Res.pdf

The Global Climate in 2015–2019. (2019). Ανακτήθηκε από: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf

WMO (World Meteorological Organization) <https://public.wmo.int/en>

Φωτόδεντρο Διαδραστικά σχολικά Βιβλία ebooks.edu.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Μετρήσεις

Μεσσαριά		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	10	11	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	13	14	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	9	9	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	10	10	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	14	15	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	16	15	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	16	14	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	15	15	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	17	17	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	15	9	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	13	15	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	10	11	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	10	9	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	12	9	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	9	10	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ζηπάρι		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	11	10	9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	14	15	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	9	7	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	11	11	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	14	14	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	15	14	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	15	14	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	16	15	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	15	14	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	14	14	15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	14	14	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	13	11	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	14	15	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	13	15	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	12	14	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Πυλί		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	10	10	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	12	14	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	10	10	9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	10	10	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	13	15	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	11	19	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	13	15	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	15	19	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	13	15	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	12	17	14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	13	15	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	10	13	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	10	10	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	11	12	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	9	10	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ζιά		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	6	7	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	12	15	18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	6	9	11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	7	8	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	14	15	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	11	11	11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	14	14	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	17	17	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	14	12	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	14	15	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	12	14	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	11	10	11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	8	9	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	10	12	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	8	7	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Τιγκάκι		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	11	9	10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	15	14	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	13	10	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	11	9,5	11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	15	14	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	14	12	19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	19	15	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	22	17	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	20	15	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	15	12,5	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	16	14	17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	14	11	17	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	14	8,5	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	15	9	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	13	7	14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Μαρμάρι		Θερμοκρασία (Μετρήσεις στην κλίμακα Κελσίου)			Χαρακτηρισμός		
Ημερομηνία	Ωρα	A	B	Γ	Χαμηλή	Κανονική	Υψηλή
31/01/2022	7:50	9	8	9	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	15:00	15	15	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31/01/2022	20:00	5	10	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
01/02/2022	7:50	10	10	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	15:00	13	14	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
01/02/2022	20:00	12	11	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	7:50	13	10	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	15:00	12	15	16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
02/02/2022	20:00	17	10	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	7:50	15	11	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
03/02/2022	15:00	12	14	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03/02/2022	20:00	23	11	12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
04/02/2022	7:50	8	8	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	15:00	11	12	12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04/02/2022	20:00	6	10	13	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ερωτηματολόγιο Ι

Μικροί Επιστήμονες

Σας παρακαλώ απαντήστε στις επόμενες ερωτήσεις όσο πιο "αυθόρμητα" μπορείτε. Σας ευχαριστώ πολύ για το χρόνο που θα αφιερώσετε

* Απαιτείται

1. Διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου *

2. Φύλο *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Αγόρι
 Κορίτσι

3. Ηλικία *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- 15
 16
 17
 18

4. Προσανατολισμός *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ανθρωπιστικών Σπουδών
 Θετικών Σπουδών

5. Σκέφτεστε μετά το Λύκειο να ακολουθήσετε σπουδές πάνω στα Μαθηματικά ή στις άλλες Θετικές Επιστήμες; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ναι
 Όχι

Θερμοκρασία

6. Σε ποιο μάθημα συναντήσατε πρώτη φορά την έννοια της θερμοκρασίας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Φυσική
 Χημεία
 Βιολογία
 Μαθηματικά

7. Σε ποια τάξη; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ε' Δημοτικού
 ΣΤ' Δημοτικού
 Α' Γυμνασίου
 Β' Γυμνασίου
 Γ' Γυμνασίου

8. Κατά τη γνώμη σας, τι θα λέγατε πως είναι η θερμοκρασία; *

9. Γνωρίζετε όργανα με τα οποία μετράμε τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποια; *

10. Γνωρίζετε ποιες μονάδες μέτρησης χρησιμοποιούνται για τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποιες; *

11. Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται στη χώρα μας; Αν ναι, ποια; *

12. Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες στον κόσμο; Αν ναι, ποιες χώρες και ποιες μονάδες; *

13. Τις γνώσεις από ποιο μάθημα ή ποια μαθήματα χρησιμοποιήσατε για να απαντήσετε στις προηγούμενες ερωτήσεις; *

Κλιματική αλλαγή

14. Έχετε ακούσει τον όρο «κλιματική αλλαγή»; *

15. Κατά τη γνώμη σας, τι θα λέγατε πως είναι η κλιματική αλλαγή; *

16. Κατά τη γνώμη σας, η θερμοκρασία σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, με ποιον τρόπο; *

17. Κατά τη γνώμη σας, θα λέγατε ότι το νησί μας έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, πως φαίνεται αυτή η επιρροή; *

Ερωτηματολόγιο II

Αν θέλω να σώσω τον πλανήτη...

Μετά την μικρή έρευνά που κάναμε, σας παρακαλώ απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις

* Απαιτείται

1. Διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου *

2. Φύλο *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

Κορίτσι

Αγόρι

3. Ηλικία *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

15

16

17

18

4. Προσανατολισμός *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

Ανθρωπιστικών Σπουδών

Θετικών Σπουδών

5. Σκέφτεστε μετά το Λύκειο να ακολουθήσετε σπουδές πάνω στα Μαθηματικά ή στις άλλες Θετικές Επιστήμες; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ναι
 Όχι

Θερμοκρασία

6. Κατά τη γνώμη σας, τι θα λέγατε πως είναι η θερμοκρασία; *

7. Γνωρίζετε όργανα με τα οποία μετράμε τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποια; *

8. Γνωρίζετε ποιες μονάδες μέτρησης χρησιμοποιούνται για τη θερμοκρασία; Αν ναι, ποιες; *

9. Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται στη χώρα μας; Αν ναι, ποια; *

10. Γνωρίζετε ποια μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε διάφορες χώρες στον κόσμο; Αν ναι, σε ποιες χώρες και ποιες μονάδες; *

11. Τις γνώσεις από ποιο μάθημα ή ποια μαθήματα χρησιμοποιήσατε για να απαντήσετε στις προηγούμενες ερωτήσεις; *

12. Περιγράψτε το σημείο στο οποίο τοποθετήσατε το όργανο που σας δόθηκε και γιατί το επιλέξατε. *

13. Με ποιον τρόπο αποφασίζετε σε κάθε μέτρηση αν η θερμοκρασία που σημειώνετε κάθε φορά ήταν χαμηλή, κανονική ή υψηλή; *

14. Τώρα που ολοκληρώθηκαν οι μετρήσεις σας, θα αλλάζατε κάτι στους χαρακτηρισμούς "χαμηλή, κανονική ή υψηλή" σε κάποιες μετρήσεις; Αν ναι, σε ποιες μετρήσεις και γιατί; *

Κλιματική αλλαγή

15. Έχετε ακούσει τον όρο "κλιματική αλλαγή"; *

16. Κατά τη γνώμη σας, τι θα λέγατε πως είναι η κλιματική αλλαγή; *

17. Κατά τη γνώμη σας, η θερμοκρασία σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, με ποιο τρόπο; *

18. Κατά τη γνώμη σας, θα λέγατε ότι το νησί μας έχει επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή; Αν ναι, πώς φαίνεται αυτή η επιρροή; *

19. Κατά τη γνώμη σας, τι θα μπορούσε να γίνει, τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε εθνικό επίπεδο, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής; *

20. Εσείς ποια συμπεριφορά σας θα αλλάζατε, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής; *

21. Τι θα προτείνατε να αλλάξει στο σπίτι σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής; *

22. Τι θα προτείνατε να αλλάξει στο σχολείο σας, ώστε να μειωθούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής; *

23. Από που αντλήσατε τις πληροφορίες σας για την κλιματική αλλαγή; *

Επιστήμη του Πολίτη

24. Συναντήσατε δυσκολίες κατά τη διεξαγωγή της έρευνάς σας; Αν ναι, αναφέρετε ποιες; *

25. Θα συμπληρώνατε ή θα αλλάζατε κάτι στη διαδικασία ή στο σχεδιασμό του έργου; *

26. Θα λαμβάνατε μέρος σε ένα μεγαλύτερο Έργο της Επιστήμης του Πολίτη ως εθελοντές/τριες; *
