

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσος, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Επιχειρηματολογία μελλοντικών εκπαιδευτικών
προσχολικής ηλικίας για το φαινόμενο του
θερμοκηπίου

Νικόλαος Ζαρκάδης, Γεώργιος Παπαγεωργίου

doi: [10.12681/codiste.6939](https://doi.org/10.12681/codiste.6939)

ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Νικόλαος Ζαρκάδης¹, Γεώργιος Παπαγεωργίου²

¹Διδάσκων ΤΕΕΠΗ ΔΠΘ, ²Καθηγητής ΠΤΔΕ ΔΠΘ

nikoszar@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα ασχολείται με το βαθμό στον οποίο μπορεί να αναπτυχθεί επιχειρηματολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, όταν τους δίνονται σχετικά δεδομένα, καθώς και συνθήκες αξιοποίησης προϋπαρχόντων γνώσεων. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με συμπλήρωση γραπτού ερωτηματολογίου από 36 μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας, το οποίο περιελάμβανε δύο έργα που προαπαιτούσαν την ανεύρεση και αξιοποίηση προσφερομένων δεδομένων. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν τις σχετικές αδυναμίες, αλλά και θέματα βελτίωσης της εκπαίδευσης των μελλοντικών εκπαιδευτικών.

Λέξεις κλειδιά: Επιχειρηματολογία, Φαινόμενο θερμοκηπίου, Εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας

PROSPECTIVE PRESCHOOL TEACHERS' ARGUMENTATION ABOUT GREENHOUSE EFFECT

Nikolaos Zarkadis¹, George Papageorgiou²

¹Teaching staff, Democritus University of Thrace, ²Professor, Democritus University of Thrace

nikoszar@gmail.com

ABSTRACT

This study focuses on the development of argumentation by prospective preschool teachers in relation to the greenhouse effect. For this purpose, 36 prospective teachers were provided with a number of data in order to be able to articulate claims and to develop reasoning to support them. Results provide evidence for the degree in which they have developed these skills, discussing also relevant improvements that could take place in preschool education departments.

Keywords: Argumentation, Greenhouse effect, Prospective preschool teachers

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έρευνα σχετικά με την κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου από μαθητές διαφόρων ηλικιών ή και φοιτητές έχει αναδείξει πολλές αδυναμίες ως προς τη δυνατότητα υιοθέτησης των γνώσεων εκείνων που απαιτούνται για την κατανόηση του μηχανισμού αλλά και των παραγόντων που προκαλούν το φαινόμενο, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καταγράφονται πολλές παρανοήσεις που σχετίζονται με συναφή φαινόμενα, όπως η καταστροφή του στρώματος του όζοντος, ή τις επακολουθούμενες παγκόσμιες συνέπειες, όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη (π.χ. Boon, 2010· Harris & Gold, 2018· Jarrett & Takacs, 2020· Kukkonen et al., 2014· Libarkin et al. 2015· Liu, 2021· Niebert & Gropengießer, 2014· Varela et al., 2020). Οι παρανοήσεις αυτές σχετίζουν παράγοντες που συμβάλουν στην καταστροφή του όζοντος με αυτούς που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, παρουσιάζουν μια δυσκολία στην αναγνώριση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο, αλλά παράλληλα αναδεικνύουν και μια δυσκολία στη διάκριση μεταξύ των διαφόρων τύπων ακτινοβολίας (ηλιακή - επίγεια, υπέρυθη - υπεριώδης) και επομένως στον εντοπισμό της επίγειας ακτινοβολίας που προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου (π.χ. Shepardson et al., 2011· Reinfried & Tempelmann, 2014). Τα νοητικά μοντέλα που φαίνεται να έχουν αναπτύξει τα υποκείμενα για το φαινόμενο σύμφωνα με τις σχετικές έρευνες (π.χ. Shepardson et al. 2011· Varela et al., 2020) αναδεικνύουν την εξάρτησή τους από το πλαίσιο μέσα στο οποίο επεξεργάζονται τις πληροφορίες κάθε φορά (Shepardson et al., 2011) και τον κατακερματισμό της συναφούς με το φαινόμενο γνώσης (π.χ. Boon, 2010· Kukkonen et al., 2014· Niebert & Gropengießer, 2014· Reinfried & Tempelmann, 2014).

Αν και οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί μέχρι τώρα στο σχετικό με την κατανόηση του φαινομένου του θερμοκηπίου πεδίο είναι πολυάριθμες, αντίθετα είναι περιορισμένες οι σε βάθος διερευνήσεις σχετικά με την επιχειρηματολογία που μπορούν να αναπτύξουν τα υποκείμενα για το συγκεκριμένο φαινόμενο. Η επιχειρηματολογία από την άλλη, ως δεξιότητα, προϋποθέτει την αξιοποίηση δεδομένων (αποδεικτικών στοιχείων) για τη διαμόρφωση ενός ισχυρισμού ακολουθώντας μια συγκεκριμένη συλλογιστική. Αρχικά, οι σχετικές με την επιχειρηματολογία έρευνες ακολουθούσαν το μοντέλο του Toulmin (1958, 2003), σύμφωνα με το οποίο, η πορεία από τα δεδομένα προς τη διαμόρφωση του ισχυρισμού περιελάμβανε εγγυήσεις (κάτι ανάλογο ενός συλλογισμού), υποστήριξη (με επιπλέον στοιχεία), συνθήκες (προϋποθέσεις για να ισχύει το επιχείρημα) και αντίκρουση (ενός διαφορετικού επιχειρήματος). Λόγω όμως της δομικής πολυπλοκότητάς του και παρά την ευρεία αποδοχή του, το μοντέλο αυτό άρχισε να δέχεται κριτική και στη θέση του να εφαρμόζονται άλλα εναλλακτικά μοντέλα. Σήμερα, ένα από αυτά τα μοντέλα, που έχει μεγάλη αποδοχή, είναι των McNeill & Krajcik (2011), όπου τα κύρια δομικά στοιχεία είναι ο ισχυρισμός, τα δεδομένα, ο συλλογισμός και η αντίκρουση. Στην περίπτωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η έλλειψη κατανόησης και οι παρανοήσεις που έχουν καταγραφεί, θα πρέπει μάλλον να θεωρηθεί αναμενόμενο ότι θα επηρεάζουν τον όποιο συλλογισμό προσπαθούν να αναπτύξουν τα υποκείμενα, και ασυνεπώς θα δημιουργούν εμπόδια στη διατύπωση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ωστόσο, ο βαθμός και ο τρόπος στον οποίο αυτό μπορεί να συμβαίνει, είναι κάτι που θα πρέπει να διερευνηθεί.

Στην παρούσα εργασία, το παραπάνω σκεπτικό μεταφέρεται στο χώρο της προσχολικής εκπαίδευσης, όπου επιχειρείται η διερεύνηση της δυνατότητας ενός μελλοντικού εκπαιδευτικού να πείθει με επιχειρήματα τους μαθητές του για τις πραγματικές διαστάσεις, τα χαρακτηριστικά, αλλά και τις συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου στην καθημερινότητα, κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία για την όλη εκπαιδευτική διαδικασία. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται, στο κατά πόσο ένας εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιεί τα διαθέσιμα δεδομένα για τη διαμόρφωση του επιχειρήματος και κατά πόσο, πιθανές παρανοήσεις του τον εμποδίζουν στην ανάπτυξη ενός επιστημονικά αποδεκτού συλλογισμού.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ/ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

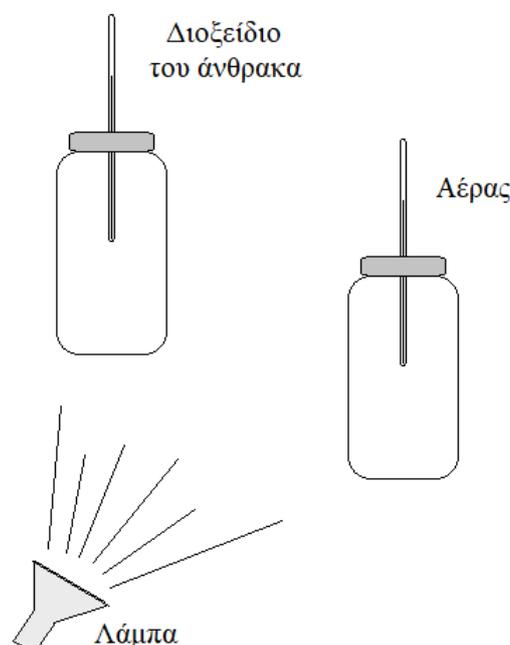
Στο πλαίσιο της διερεύνησης του βαθμού στον οποίο μπορεί να αναπτυχθεί μια σχετική με το φαινόμενο του θερμοκηπίου επιχειρηματολογία από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας, όπως αυτό περιγράφηκε παραπάνω, σχεδιάστηκε η παρούσα έρευνα η οποία αναζητά απαντήσεις στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Κατά πόσο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας μπορούν να αξιοποιούν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου για τη διαμόρφωση ενός επιχειρήματος;
2. Κατά πόσο πιθανές παρανοήσεις των εκπαιδευτικών αυτών, εμποδίζουν την αξιοποίηση διαθέσιμων δεδομένων για την ανάπτυξη του συλλογισμού τους;

Τα αποτελέσματα της έρευνας που παρουσιάζονται στη συνέχεια αποτελούν την πιλοτική φάση μιας μεγαλύτερης σε κλίμακα έρευνας, στην οποία (πιλοτική φάση) συμμετείχαν 36 προπτυχιακοί νηπιαγωγοί που φοιτούσαν στο 3ο έτος των σπουδών τους (2 αγόρια και 34 κορίτσια).

Το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε ειδικά για τη συγκεκριμένη έρευνα. Στο εργαλείο υπήρχε μια περιγραφή του φαινομένου, όπου τονιζόταν ότι: «*Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο που βοηθά στο να διατηρηθεί η θερμοκρασία του πλανήτη μας σε μια μέση θερμοκρασία περίπου 20°C. (Χωρίς αυτό, η θερμοκρασία του πλανήτη υπολογίζεται ότι θα έπεφτε στους -19°C). Ωστόσο, από ανθρώπινες δράσεις, το φαινόμενο έχει αρχίσει να αυξάνει τη θερμοκρασία του πλανήτη πάνω από τα επιθυμητά επίπεδα, κάτι που οδηγεί στη λεγόμενη υπερθέρμανση του πλανήτη μας*». Επίσης, υπήρχε η περιγραφή ενός σχετικού διδακτικού πειράματος (Εικόνα 1), όπου «*δύο γυάλινα βάζα, στο πάνω μέρος των οποίων είχε προσαρμόσει από ένα θερμόμετρο, φωτοβολήθηκαν με τον ίδιο τρόπο από μια λάμπα που το φως της μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι παρόμοιο με το φως του ήλιου. Το ένα βάζο περιείχε αέρα και το άλλο διοξείδιο του άνθρακα. Μετά από λίγη ώρα, η θερμοκρασία μέσα στο βάζο με το διοξείδιο του άνθρακα ήταν σημαντικά πιο υψηλή από αυτήν στο βάζο με τον αέρα.*»

Εικόνα 1: Εικόνα από την περιγραφή σχετικού με το φαινόμενο πειράματος



Ακόμη, στο ερωτηματολόγιο υπήρχε και μία αναφορά στα αέρια του θερμοκηπίου με παράθεση ενός πίνακα με δεδομένα (Πίνακας 1), όπου παρουσιαζόταν η ποσότητα στην ατμόσφαιρα (κατ' όγκο συγκέντρωση κοντά στην επιφάνεια της Γης) μερικών αερίων που μπορούν να συμβάλουν στην πρόκληση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και η δυνατότητα καθενός από τα αέρια αυτά (συγκρίνοντας ίσους όγκους) να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία που προκαλεί το φαινόμενο (και άρα να προκαλέσουν το φαινόμενο).

Πίνακας 1: Πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πρόκλησης του φαινομένου από τα αέρια του θερμοκηπίου

	CO ₂	CH ₄	O ₃	Freon 12
Κατ' όγκο περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας (σε συγκεκριμένη μονάδα)	400	2	0,03	4x10 ⁻⁴
Ειδικό δυναμικό πρόκλησης του φαινομένου για ίσους όγκους	1	21	2000	15.800

Το ζητούμενο ήταν η διερεύνηση της ανάπτυξης δεξιότητας των φοιτητών να χρησιμοποιήσουν κάποια ή και όλα τα παραπάνω δεδομένα, προβάλλοντας ισχυρισμούς, συλλογισμούς και αντικρούσεις σε δύο έργα:

Έργο 1. Ποιο αέριο [από τα δεδομένα] είναι περισσότερο υπεύθυνο για το φαινόμενο;

Έργο 2. Η ένταση του φαινομένου είναι ίδια σ' όλα τα σημεία του πλανήτη μας;

Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε από τους φοιτητές στη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας. Οι απαντήσεις των φοιτητών αξιολογήθηκαν σε κάθε έργο και κατηγοριοποιήθηκαν με κριτήριο την ορθότητα και πληρότητά τους σε σχέση με την επιστημονική άποψη, χωρίς να θεωρείται αναγκαίο να βαθμολογηθούν στην παρούσα (πilotική) φάση με χρήση κάποιας συγκεκριμένης κλίμακας (π.χ. Chen et al., 2016).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στους Πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται οι κατηγορίες των απαντήσεων των φοιτητών (μαζί με τις αντίστοιχες συχνότητες), που προέκυψαν από τις απαντήσεις τους σε καθένα από τα κύρια δομικά στοιχεία (ισχυρισμός, δεδομένα, συλλογισμός και αντίκρουση) της επιχειρηματολογίας τους. Συγκεκριμένα:

Σε σχέση με το Έργο 1, οι ισχυρισμοί των φοιτητών ανέδειξαν το CO₂ ως το βασικότερο υπαίτιο του φαινομένου (25 φοιτητές), ενώ 9 φοιτητές υποστήριξαν το Freon 12 και από ένας τα υπόλοιπα αέρια (Πίνακας 2). Εκείνο όμως που είναι περισσότερο σημαντικό, είναι ότι συνολικά 12 φοιτητές περιέλαβαν στον συλλογισμό τους όλα τα δεδομένα που χρειαζόταν για να καταλήξουν τελικά 8 από αυτούς σε σωστό ισχυρισμό. Ακόμη, είναι ενδιαφέρον ότι 17 φοιτητές επικεντρώθηκαν σε μεμονωμένα δεδομένα του Πίνακα 1, καταλήγοντας 10 από αυτούς σε ισχυρισμό υπέρ του CO₂ και 7 υπέρ του Freon 12, ενώ 2 φοιτητές εστίασαν μόνο στα δεδομένα του πειράματος (Εικόνα 1) και 5 φοιτητές δεν έλαβαν καθόλου υπόψη τους τα προσφερόμενα δεδομένα περιοριζόμενοι σε ήδη υπάρχουσες γενικές γνώσεις. Αντίστοιχα, υπήρχε μεγάλη διασπορά ως προς τις αντικρούσεις 20 φοιτητών που απάντησαν με σαφήνεια, προβάλλοντας πληθώρα από αυτούς.

Πίνακας 2:Κατηγορίες απαντήσεων των φοιτητών ανά δομικό στοιχείο της επιχειρηματολογίας τους στο Έργο 1 (συχνότητες ανά κατηγορία).

Ισχυρισμός	Δεδομένα	Συλλογισμός	Αντίκρουση
Περισσότερο υπεύθυνο είναι το CO ₂ (N=25)	Περιεκτικότητα (1 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=10)	Επειδή το CO ₂ έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα (N=11)	Η άποψη για το Freon12 δεν λαμβάνει υπόψη την περιεκτικότητα (N=9)
	Περιεκτικότητα και Ικανότητα πρόκλησης (1 ^η και 2 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=8)	Επειδή το γινόμενο είναι μεγαλύτερο στην περίπτωση του CO ₂ (N=8)	Η άποψη για το CH ₄ δεν λαμβάνει υπόψη την περιεκτικότητα (N=2)
	Με βάση το πείραμα (N=2)	Προσωπική εκτίμηση /λάθος χρήση πειραματικών δεδομένων (N=3)	Όλα τα υπόλοιπα έχουν μικρότερο γινόμενο (N=3)
	Με βάση γενικές γνώσεις (N=5)	Επειδή το CO ₂ δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία (N=2)	Ασαφής (N=2)
		Επειδή ανθρωπογενείς δράσεις παράγουν CO ₂ (N=1)	Δεν απάντησε / Δεν έχω άποψη (N=9)
Περισσότερο υπεύθυνο είναι το Freon12 (N=9)	Ικανότητα πρόκλησης (2 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=7)	Επειδή το Freon12 έχει μεγαλύτερη ικανότητα πρόκλησης (N=8)	Ίσως ισχύει για το CO ₂ λόγω περιεκτικότητας (N=3)
	Περιεκτικότητα και Ικανότητα πρόκλησης (1 ^η και 2 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=2)	Επειδή το γινόμενο είναι μεγαλύτερο στην περίπτωση του Freon12 (N=1)	Το O ₃ , αλλά δεν έχει τόσο ικανότητα πρόκλησης, όσο το Freon12 (N=3) Ασαφής (N=1) Δεν απάντησε / Δεν έχω άποψη (N=2)
Περισσότερο υπεύθυνο είναι το CH ₄ (N=1)	Περιεκτικότητα και Ικανότητα πρόκλησης (1 ^η και 2 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=1)	Επειδή συνεκτιμώντας φαίνεται να είναι μεγαλύτερο στην περίπτωση του CH ₄ (N=1)	Δεν απάντησε / Δεν έχω άποψη (N=1)
Περισσότερο υπεύθυνο είναι το O ₃ (N=1)	Περιεκτικότητα και Ικανότητα πρόκλησης (1 ^η και 2 ^η γραμμή του Πίνακα) (N=1)	Επειδή συνεκτιμώντας φαίνεται να είναι μεγαλύτερο στην περίπτωση του O ₃ (N=1)	Ασαφής (N=1)

Σε σχέση με το Έργο 2 (Πίνακας 3), οι φοιτητές ισχυρίστηκαν σωστά ότι η ένταση του φαινομένου διαφοροποιείται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος ήταν 31 (οι υπόλοιποι 5 δεν διέκριναν διαφοροποίηση), εκ των οποίων όμως μόνο 4 προέβαλαν σωστό συλλογισμό, αξιοποιώντας δεδομένα από τα παρεχόμενα στο ερωτηματολόγιο αλλά και γενικότερες γνώσεις για την ακτινοβολία που φτάνει στη Γη (που δεν παρεχόταν). Οι περισσότεροι από αυτούς (20 συνολικά) χρησιμοποίησαν ταυτολογίες, εμπλέκοντας στους συλλογισμούς τους το γεγονός ότι το φαινόμενο διαφοροποιεί τη θερμοκρασία ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Και πάλι, υπήρχε μεγάλη διασπορά ως προς τις αντικρούσεις των 18 φοιτητών που απάντησαν με σαφήνεια (οι υπόλοιποι δεν απάντησαν ή δεν έδωσαν σαφή απάντηση).

Πίνακας 3: Κατηγορίες απαντήσεων των φοιτητών ανά δομικό στοιχείο της επιχειρηματολογίας τους στο Έργο 2 (συχνότητες ανά κατηγορία).

Ισχυρισμός	Δεδομένα	Συλλογισμός	Αντίκρουση
Διαφορετική (N=31)	Με βάση γενικές γνώσεις (N=4)	Επειδή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη υπάρχει διαφορετική ένταση ηλιακής ακτινοβολίας (N=1)	Δεν μπορεί να είναι ίδια γιατί δεν είναι παντού ίδια η θερμοκρασία/ συνθήκες/κλίμα (N=8)
		Επειδή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη υπάρχει διαφορετική ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και διαφορετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (N=3)	Δεν μπορεί να είναι ίδια γιατί θα έλιωναν όλοι οι πάγοι (N=1)
	Με βάση το πείραμα και προσωπική λανθασμένη κατανόηση / χρήση γενικών γνώσεων (N=2)	Επειδή η αυξημένη θερμοκρασία επηρεάζει/ προκαλεί το φαινόμενο και σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη υπάρχει διαφορετική θερμοκρασία (N=2)	Δεν μπορεί να επηρεάζει μόνο ο ήλιος αλλά και οι διαφορετικές εκπομπές αερίων (N=2)
		Επειδή η αυξημένη θερμοκρασία επηρεάζει το φαινόμενο (N=1)	Δεν μπορεί να είναι πιο έντονο σε περιοχές με λίγο πληθυσμό γιατί τότε θα ήταν και στους πόλους (N=1)
	Προσωπική λανθασμένη κατανόηση / χρήση γενικών γνώσεων (N=25)	Επειδή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη (κλιματική ζώνη) υπάρχει διαφορετική θερμοκρασία (N=18)	Δεν είναι ίδια γιατί τότε, περιοχές με περισσότερο πληθυσμό θα είχαν ίδιες εκπομπές αερίων (N=2)
		Επειδή σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη (κλιματική ζώνη) υπάρχει διαφορετική θερμοκρασία και διαφορετικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (N=2)	Δεν μπορεί να είναι πιο έντονο στους πόλους γιατί εκεί η θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή (N=1)
		Επειδή σε περιοχές / κλιματικές ζώνες με περισσότερο πληθυσμό θα υπάρχουν και περισσότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (N=4)	Απλή αναφορά σε (διαφωνία με) αντίθετη άποψη (N=10)
		Δεν έχω αντίθετη άποψη/Δεν απάντησε (N=6)	
Ίδια (N=5)	Με βάση το πείραμα και προσωπική λανθασμένη κατανόηση / χρήση γενικών γνώσεων (N=1)	Επειδή η Γη περιστρέφεται και ο ήλιος θερμαίνει ομοιόμορφα όλη τη Γη, όπως η λάμπα το βάζο (N=1)	Δεν μπορεί να είναι διαφορετική γιατί τα πειράματα δείχνουν ότι όταν ζεσταίνεται ένα σώμα, ζεσταίνεται παντού το ίδιο (N=1)
		Επειδή τα αέρια που απορροφούν την ακτινοβολία είναι ομοιόμορφα διασκορπισμένα πάνω στη Γη (N=2)	Δεν μπορεί να είναι διαφορετική γιατί αυτό θα σήμαινε ότι υπάρχουν περιοχές με περισσότερα αέρια, οπότε εκεί θα ήταν πιο έντονο το φαινόμενο (N=2)
	Επειδή η θερμοκρασία της Γης γενικά αυξάνεται (N=2)	Απλή αναφορά σε (διαφωνία με) αντίθετη άποψη (N=2)	

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα, αναδεικνύουν τις δυνατότητες που έχουν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας σε σχέση με την ανάπτυξη επιχειρημάτων στο γενικότερο πλαίσιο περιβαλλοντικών θεμάτων, αλλά και τις αδυναμίες που αυτοί παρουσιάζουν, τόσο από την ελλιπή ή και λανθασμένη αξιοποίηση των δεδομένων που είχαν στη διάθεσή τους, όσο και από την επίδραση προϋπαρχόντων παρανοήσεων και εναλλακτικών τρόπων σκέψης. Συγκεκριμένα:

Σε σχέση με το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, φαίνεται να υπάρχουν αδυναμίες στη δυνατότητα αξιοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων όταν τα δεδομένα είναι κυρίως αριθμητικά. Έτσι, στο 1^ο έργο μόνο 8 φοιτητές διαμορφώνουν ικανοποιητικό συλλογισμό. Οι αδυναμίες είναι εντονότερες όταν χρειάζεται να συνυπολογίσουν και άλλες γνώσεις που σχετίζονται με τον μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αυτό φαίνεται καλύτερα στο 2^ο έργο όπου, μόλις 4 φοιτητές διαμορφώνουν ικανοποιητικό συλλογισμό. Γενικότερα, οι φοιτητές φαίνεται να εστιάζουν περιορισμένα την προσοχή τους σε κάποια από τα δεδομένα που τους παρέχονται, αναζητώντας μάλλον αυτό που θα τους έδινε την απάντηση, παρά συνδυάζοντας περισσότερα δεδομένα για να δομήσουν μια πολυπλοκότερη απάντηση. Ακόμη, φαίνεται να είναι σχετικά λίγοι αυτοί που μπορούν να ξεχωρίσουν από τα προσφερόμενα δεδομένα, αυτά που τους είναι απαραίτητα για τη δόμηση ενός σωστού συλλογισμού, και ακόμη λιγότεροι αυτοί που αξιοποιούν παράλληλα σωστά προϋπάρχουσες γνώσεις για το σκοπό αυτό. Οι τάσεις αυτές φαίνεται να προέρχονται σε ένα μεγάλο μέρος τους από την έλλειψη εκπαίδευσης των φοιτητών ως προς τους τρόπους ανεύρεσης και αξιοποίησης των δεδομένων που υπάρχουν στη διάθεσή τους για να δομηθεί ένας συλλογισμός που μπορεί να καταλήξει σε σωστό ισχυρισμό.

Σχετικά με το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, οι απαντήσεις των φοιτητών στο 1^ο έργο δίνουν περιορισμένες πληροφορίες για το πώς πιθανές παρανοήσεις τους επηρεάζουν την αξιοποίηση των δεδομένων. Έτσι, γενικές γνώσεις που χρησιμοποιούν (5 φοιτητές) ή δεδομένα από το πείραμα (2 φοιτητές), περισσότερο τους οδηγούν σε γενικολογίες, εμποδίζοντάς τους ουσιαστικά να αναζητήσουν απαντήσεις μέσα από τα αξιοποιήσιμα δεδομένα που τους παρέχονται. Βέβαια, το γεγονός αυτό δε μπορεί να θεωρηθεί μη αναμενόμενο, αφού σύμφωνα με σχετικές έρευνες, μαθητές ακόμη και μετά από κατάλληλη παρέμβαση εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αξιοποίηση κατάλληλων αποδεικτικών στοιχείων και ανάπτυξη συλλογισμών συμβατών με τις γνώσεις της σχολικής εκδοχής της επιστήμης (Σκούμιος & Χατζηνικήτα, 2014), αλλά και στη σύνδεση ανάμεσα σε ισχυρισμούς και αποδείξεις (McNeill & Krajcik, 2007· Ryu & Sandoval, 2012)

Στο 2^ο έργο, φαίνεται μάλλον πιο χαρακτηριστικά ότι η έλλειψη κατανόησης του ίδιου του φαινομένου, οδηγεί τους φοιτητές σε λανθασμένους συλλογισμούς, όπως στην περίπτωση που 18 από τους 36 φοιτητές ξεκινούν το συλλογισμό τους από την ιδέα ότι «σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη (κλιματική ζώνη) υπάρχει διαφορετική θερμοκρασία». Έτσι, μια λανθασμένη σχέση αιτίου – αποτελέσματος λειτουργεί στην περίπτωση αυτή ως εμπόδιο στη σωστή αξιοποίηση των δεδομένων που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μια πιο αποδεκτή επιχειρηματολογία. Εξάλλου στη σχετική βιβλιογραφία, έχει αναδειχθεί η σημασία της κατανόησης των αιτιακών σχέσεων και της ανάπτυξης ενός αιτιακού συλλογισμού στην επιστημονική εξήγηση της σύνθετης αιτιακής δυναμικής τέτοιων περιβαλλοντικών θεμάτων (Tasquier & Pongiglione, 2017).

Η πιλοτική αυτή προσπάθεια θα πρέπει να επιβεβαιωθεί φυσικά και από έρευνα μεγαλύτερης κλίμακας, αλλά ήδη προβάλλει ενδείξεις για το έλλειμμα που υπάρχει στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας σε σχέση με την εκπαίδευσή τους σε θέματα επιχειρηματολογίας, ιδιαίτερα όταν τα θέματα αυτά άπτονται φαινομένων και συνθηκών που ολόένα θα επηρεάζουν και περισσότερο την καθημερινότητα των ίδιων αλλά και των μαθητών τους. Επομένως, υπάρχει ανάγκη μιας πιο συστηματικής διδασκαλίας της επιχειρηματολογίας, αλλά και των βασικών γνώσεων γύρω από το υπό μελέτη φαινόμενο ώστε οι μελλοντικοί

εκπαιδευτικοί (νηπιαγωγοί) να μπορούν να πείθουν με σωστά επιχειρήματα τους μαθητές για την πραγματική διάσταση του προβλήματος και των σχετικών πολιτικών αντιμετώπισής του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9-19.
- Boon, H. J. (2010). Climate change?: Who knows?: A comparison of secondary students and pre-service teachers. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 35(1), 104–120. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.850735384875841>
- Chen, H. T., Wang, H. H., Lu, Y. Y., Lin, H. S., & Hong, Z. R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170–191. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1134849>
- Harris, S. E., & Gold, A. U. (2018). Learning Molecular Behaviour May Improve Student Explanatory Models of the Greenhouse Effect. *Environmental Education Research*, 24(5), 754–771. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1280448>
- Jarrett, L., & Takacs, G. (2020). Secondary students' ideas about scientific concepts underlying climate change. *Environmental Education Research*, 26(3), 400–420. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1679092>
- Kukkonen, J. E., Kärkkäinen, S., Dillon, P., & Keinonen, T. (2014). The effects of scaffolded simulation-based inquiry learning on fifth-graders' representations of the greenhouse effect. *International Journal of Science Education*, 36(3), 406-424. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.782452>
- Libarkin, J. C., Thomas, S. R., & Ording, G. (2015). Factor analysis of drawings: Application to college student models of the greenhouse effect. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2214-2236. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1074757>
- Liu, S. C. (2021). Using drawings to examine undergraduate students' mental models of the greenhouse effect: A factor analysis approach. *International Journal of Science Education*, 43(18), 2996-3017. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2004466>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with data* (pp. 233 – 265). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203810057>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2011). *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.
- Niebert, K., & Gropengießer, H. (2014). Understanding the greenhouse effect by embodiment—Analysing and using students' and scientists' conceptual resources. *International Journal of Science Education*, 36(2), 277-303. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.763298>
- Reinfried, S., & Tempelmann, S. (2014). The impact of secondary school students' preconceptions on the evolution of their mental models of the greenhouse effect and global warming. *International Journal of Science Education*, 36(2), 304-333. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.773598>
- Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488–526. <https://doi.org/10.1002/sc.21006>
- Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D., & Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13504620903564549>
- Tasquier, G., & Pongiglione, F. (2017). The influence of causal knowledge on the willingness to change attitude towards climate change: results from an empirical study. *International Journal of Science Education*, 39(13), 1846-1868. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1355078>
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge University Press
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (Updated ed.). Cambridge University Press

Varela, B., Sesto, V., & García-Rodeja, I. (2020). An investigation of secondary students' mental models of climate change and the greenhouse effect. *Research in Science Education*, 50, 599-624. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9703-1>