

## Έρευνα δράσης για την ανάπτυξη ψηφιακού υλικού με θέμα: Συμβολή στη διάκριση των φαινομένων του θερμοκηπίου και της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος

Θεοχάρης Β. Βασιλάκογλου<sup>1</sup>, Σοφία Ι. Χατζηλεοντιάδου<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Msc Δάσκαλος, Δημοτικό Σχολείο Ραχώνας, Ν. Πέλλας, theovas@yahoo.com

<sup>2</sup> Μέλος ΣΕΠ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, shadji@ee.duth.gr

**Περίληψη.** Η εργασία περιγράφει μια έρευνα δράσης στην οποία ενεπλάκη ο πρώτος από τους συγγραφείς της, σε συνεργασία με μια μικρή ομάδα, προκειμένου να αναπτύξει ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό. Το υλικό αυτό επιχειρεί να συμβάλει στη διάκριση των φαινομένων του θερμοκηπίου και της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος από μαθητές γυμνασίου, προτείνοντας μια εκδοχή επεξεργασίας καταγεγραμμένων στη βιβλιογραφία σχετικών στόχων-εμποδίων. Η περιγραφή οργανώνεται πάνω στο μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμογής της έρευνας δράσης, ακολουθώντας τις ατομικές και συνεργατικές ενέργειες του εκπαιδευτικού και παρουσιάζοντας παράλληλα το αποτέλεσμά τους αναφορικά με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του υλικού. Σε μια τέτοια προοπτική ο εκπαιδευτικός καλείται να μετεξελιχθεί σε εκπαιδευτικό-ερευνητή και να ορίσει μια νέα σχέση με το εκπαιδευτικό υλικό, αυτή του συγγραφέα. Η εργασία αναμένεται να συμβάλει στην διάκριση των δυο φαινομένων με το πιλοτικό εκπαιδευτικό υλικό που προτείνει, αλλά και στη διατύπωση ενός παραδείγματος ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό της πράξης.

### Εισαγωγή

Η συγγραφή των εκπαιδευτικών υλικών από ειδικούς στο χώρο της θεωρίας προδιαγράφει το ρόλο του εκπαιδευτικού στο επίπεδο της πράξης. Η σχέση αυτή που ορίζεται ως τέτοια στο πλαίσιο της θετικιστικής παράδοσης και προωθεί ντετερμινιστικά μοντέλα μάθησης, μπορεί, στο πλαίσιο μιας κοινωνικά κριτικής θεώρησης, να επαναπροσδιοριστεί προς την κατεύθυνση της δημιουργίας του εκπαιδευτικού υλικού από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό (Φλογαίτη 2003). Σε μια τέτοια προοπτική ο εκπαιδευτικός καλείται να μετεξελιχθεί σε εκπαιδευτικό-ερευνητή προκειμένου να καταφέρει να συνδέσει τη θεωρία με την πράξη, ένα εγχείρημα που μπορεί να εξελιχθεί στα πλαίσια της *έρευνας δράσης* (Lewin 1946, Corey 1953, Kemmis 1985, Carr & Kemmis 2000).

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα δράσης αποτελεί μια εναλλακτική ερευνητική μέθοδο με συμμετοχικό χαρακτήρα, η οποία διενεργείται ατομικά ή ομαδικά από ανθρώπους που δραστηριοποιούνται σε ένα χώρο και στοχεύει στην εξεύρεση λύσεων σε πραγματικά προβλήματα του χώρου τους (McNiff 1998). Η χρήση της μεθόδου αυτής στο χώρο της εκπαίδευσης, συνδέει τους όρους «δράση» και «έρευνα» σε ένα πλαίσιο δοκιμής ιδεών του εκπαιδευτικού στην πράξη αναφορικά με διάφορες διαδικασίες, όπως αναμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος, των μεθόδων διδασκαλίας που χρησιμοποιεί, αλλά και το σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού. Η συμμετοχή του εκπαιδευτικού σε μια έρευνα δράσης παρέχει τις ευκαιρίες να αποκτήσει γνώσεις και δεξιότητες σε ερευνητικές μεθόδους και εφαρμογές και επιπλέον, παρακολουθώντας τις πρακτικές που εφαρμόζει αλλά και την εκπαιδευτική διαδικασία γενικότερα (Oja & Pine 1989) να συνειδητοποιήσει τις δυνατότητες για την πρόκληση αλλαγής. Η τελευταία προκύπτει από την αμφισβήτηση υπαρχουσών

καταστάσεων και αποτελεί το κίνητρο για τη συμμετοχή του εκπαιδευτικού στην έρευνα δράσης.

Από την άλλη μεριά, η άρση, μέσω της διδασκαλίας, των παρανοήσεων των μαθητών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με θέματα των φυσικών επιστημών αποτελεί σήμερα ζητούμενο στην εκπαιδευτική πρακτική. Σύμφωνα με την εποικοδομητική θεωρία μάθησης οι μαθητές εισερχόμενοι στο σχολικό σύστημα έχουν ήδη κάποιες *αντιλήψεις-ιδέες* για ένα πλήθος φυσικών φαινομένων και εννοιών, οι οποίες δεν είναι αποτέλεσμα μιας σχεδιασμένης ενδοσχολικής διδακτικής διαδικασίας και πολλές φορές παρουσιάζουν αποκλίσεις από την επιστημονική ή σχολική γνώση οπότε χαρακτηρίζονται ως εμπόδια στη διδακτική πράξη. «Οι αντιλήψεις αυτές αποτελούν τις δομές υποδοχής της νέας γνώσης που θα διδαχθούν στο σχολείο, με άλλα λόγια τα εργαλεία με τα οποία θα επιχειρήσουν να αποκωδικοποιήσουν και να κατανοήσουν τη σχολική γνώση» (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου 2001). Οι αντιλήψεις αυτές χαρακτηρίζονται από ανθεκτικότητα η οποία οφείλεται στην αποτελεσματική συγκρότησή τους σε *νοητικά μοντέλα*, δηλαδή σε απλά σχήματα που βοηθούν τους μαθητές να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα με τρόπο λογικό, απλό και αποτελεσματικό. Έτσι δεν είναι εύκολο να «πειστούν» πως πρέπει να αλλάξουν τις αντιλήψεις τους με άλλες σύμφωνες με την σχολική και κατά συνέπεια επιστημονική γνώση. Το εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού για να πετύχει μέσω των διαδοχικών προσεγγίσεων και διορθώσεων μία αποτελεσματική επιστημολογική ρήξη, όπου η καθημερινή γνώση θα αντικατασταθεί από την επιστημονική, λέγεται *γνωστική σύγκρουση* (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου 2001). Σύμφωνα με τη στρατηγική αυτή, ο εκπαιδευτικός με διάφορες διδακτικές διαδικασίες προσπαθεί να φέρει τον μαθητή σε μια κατάσταση όπου οι προβλέψεις, υποθέσεις και εκτιμήσεις του για μία κατάσταση ή φαινόμενο διαψεύδονται από τα πειραματικά δεδομένα ή από άλλα δεδομένα που αντιλαμβάνεται με τις αισθήσεις του. Αυτό έχει ως συνέπεια ή να εγκαταλείψει το άτομο τις μέχρι τώρα αντιλήψεις του ή να τις αντικαταστήσει από άλλες περισσότερο συμβατές με την επιστημονική γνώση. Σημαντικό και απαραίτητο στοιχείο για τη διδακτική επιτυχία της σύγκρουσης αποτελεί η πολύ καλή γνώση των ιδεών των μαθητών και ο ακριβής καθορισμός ποιων συγκεκριμένα γνωστικών στοιχείων της σκέψης του μαθητή τα οποία μέσω της σύγκρουσης επιχειρείται να μετασχηματιστούν (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου 2001).

Στο παραπάνω πλαίσιο, ένα θέμα που έχει ιδιαίτερο εκπαιδευτικό ενδιαφέρον είναι η αντιμετώπιση των καταγεγραμμένων από έρευνες νοητικών μοντέλων, παρανοήσεων και των επιστημολογικών εμποδίων των μαθητών σχετικά με τα φαινόμενα του θερμοκηπίου και της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος. Μια σύντομη ανασκόπηση τέτοιων ερευνών δίνεται από τους Andersson & Wallin (2000). Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον σχετικά με τα θέματα αυτά, ερμηνεύεται τόσο από τη σπουδαιότητά τους ως φαινομένων με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όσο και από τη συνεχή προβολή τους από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια περιγραφή της διαδικασίας εμπλοκής του πρώτου συγγραφέα της σε έρευνα δράσης (ερευνητής στο εξής), προκειμένου να σχεδιάσει και να αναπτύξει ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο αναμένεται να συμβάλλει στη *διάκριση* των δυο υπόψη φαινομένων από μαθητές γυμνασίου. Η διαδικασία εξελίχθηκε στο πλαίσιο των μεταπτυχιακών σπουδών του στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο και σε συνεργασία με τη δεύτερη ως άνω συγγραφέα, αλλά και με δύο εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όπως περιγράφεται στις ενότητες που ακολουθούν.

### **Διεξαγωγή της έρευνας δράσης**

Μετά τη διατύπωση της αρχικής ιδέας-σκοπού, η διεξαγωγή της έρευνας ακολούθησε, από μεθοδολογική άποψη, το θεωρητικό σχήμα της έρευνας δράσης το οποίο χαρακτηρίζεται από σπειροειδή δομή με κύκλους που περιλαμβάνουν τέσσερα βασικά στάδια (Scott 1999), αυτό

της *αντίληψης* του προβλήματος, του *σχεδιασμού*, της *δράσης*, και της *παρατήρησης* και *αναστοχασμού*.

#### *Αντίληψη του προβλήματος*

Το πρόβλημα-κίνητρο για την εμπλοκή του ερευνητή στην έρευνα δράσης διατυπώθηκε στο πλαίσιο της κριτικής θεώρησης της μαθησιακής διαδικασίας με την εξής ερώτηση: πώς μπορεί ο ερευνητής, ως εκπαιδευτικός της πράξης να σχεδιάσει και να αναπτύξει εκπαιδευτικό υλικό σε ψηφιακή μορφή που να υποστηρίζει διδακτικές παρεμβάσεις που να επιχειρούν την υπέρβαση των καταγεγραμμένων επιστημολογικών εμποδίων σχετικά με τη διάκριση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος; Η καταγραφείσα πληροφορία σχετικά με τα επιστημολογικά εμπόδια αποτελεί πληροφορία που αντλήθηκε από τη θεωρία και ως εκ τούτου χαρακτηρίζεται ως εξωτερική σχετικά με τις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού-ερευνητή.

#### *Σχεδιασμός*

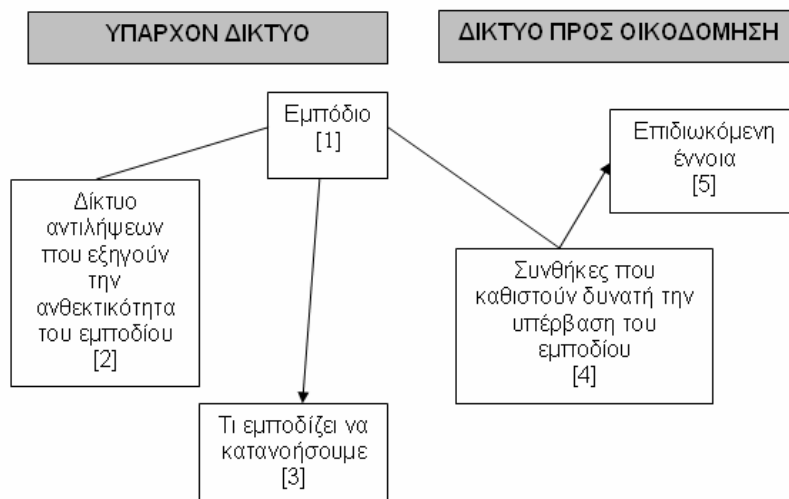
Κατά τη φάση του σχεδιασμού του εκπαιδευτικού υλικού διατυπώθηκαν μια σειρά από ερωτήματα όπως:

- Ποιοι μαθησιακοί στόχοι θα πρέπει να προσδιορίσουν το περιεχόμενο του προς ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού (στο εξής προτεινόμενου υλικού);
- Ποιο θα είναι το περιεχόμενο του προτεινόμενου υλικού;
- Ποιες διδακτικές στρατηγικές θα πρέπει να ακολουθηθούν;
- Ποια είναι η βέλτιστη ακολουθία των τμημάτων του περιεχομένου
- Ποιες είναι οι δυνατότητες και περιορισμοί που υπάρχουν από το ψηφιακό περιβάλλον σε συνδυασμό με τις αντίστοιχες δεξιότητες του ερευνητή;

Προκειμένου να οργανωθεί καλύτερα ο σχεδιασμός του υλικού, προηγήθηκε μελέτη της βιβλιογραφίας από τον ερευνητή και στη συνέχεια έγινε ο σχεδιασμός τη συγκεκριμένης περίπτωσης που τον απασχόλησε.

*Μελέτη βιβλιογραφίας.* Το μεθοδολογικό πλαίσιο σχεδιασμού του υλικού βασίστηκε σε διαδικασίες ανασκόπησης και μελέτης σχετικής βιβλιογραφίας από τον ερευνητή. Τα βασικά ευρήματα της διαδικασίας αυτής οδήγησαν στην υιοθέτηση του εργαλείου το οποίο πρότειναν οι Astolfi και Peterfalvi (Χατζηνικήτα, 2001β), και διευκολύνει το σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων με στόχο την υπέρβαση εμποδίων, το οποίο ονομάζεται *δυναμικό δίκτυο του στόχου-εμποδίου* (Σχήμα 1).

Πιο συγκεκριμένα, το δίκτυο αυτό αποτελείται από το *υπάρχον* και το *προς οικοδόμηση* εννοιολογικό δίκτυο του μαθητή. Το πρώτο αφορά στον εντοπισμό (βλ. Σχήμα 1): [1] του προς υπέρβαση *εμποδίου*, [2] του *δικτύου των αντιλήψεων* του μαθητή που σχετίζονται με το εμπόδιο, δηλαδή ενός πλέγματος αντιλήψεων με το οποίο ερμηνεύει πολλά και διαφορετικά φαινόμενα με αποτέλεσμα η μεμονωμένη αντιμετώπισή τους να είναι αναποτελεσματική κατά την προσπάθεια υπέρβασης του εμποδίου (Χατζηνικήτα, 2001β, και [3] του *τι ακριβώς δεν επιτρέπει αυτό το εμπόδιο να κατανοήσει ο μαθητής*. Στον αντίποδα του υπάρχοντος βρίσκεται το *δίκτυο προς οικοδόμηση στο οποίο εντάσσονται* (βλ. σχήμα 1): [4] οι *συνθήκες που είναι απαραίτητες για την υπέρβαση του εμποδίου* και [5] η *επιδιωκόμενη έννοια*, που αποτελεί το διδακτικό στόχο.



Σχήμα 1. Δυναμικό δίκτυο ενός στόχου-εμποδίου (πηγή Χατζηνικήτα 2001, σελ. 346)

Το παραπάνω *δυναμικό δίκτυο του στόχου-εμποδίου* αποτελεί ένα εργαλείο για τον εντοπισμό και την ερμηνεία των νοητικών μεταβολών που είναι αναγκαίες να γίνουν για τη μετάβαση από την πρακτικο-βιωματική γνώση (αυτή που έχουν από άλλες πηγές πέρα από το σχολείο) στη σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης. Ακολουθώς σχεδιάζεται η διδακτική επεξεργασία των εμποδίων η οποία περιλαμβάνει τη φάση της *αποσταθεροποίησης* του εμπόδιου, τη φάση της *αναδόμησης* (δηλαδή της κατασκευής ενός άλλου εννοιολογικού πλαισίου που όμως θα λειτουργεί το ίδιο εύχρηστα και ικανοποιητικά) και τη φάση του *εντοπισμού* του εμπόδιου κατά την οποία ο μαθητής συνειδητοποιεί την ύπαρξη και λειτουργία του εμπόδιου. Στις παραπάνω διαδικασίες είναι απαραίτητη η προσωπική εμπλοκή του μαθητή με όρους ενεργητικής δραστηριοποίησης.

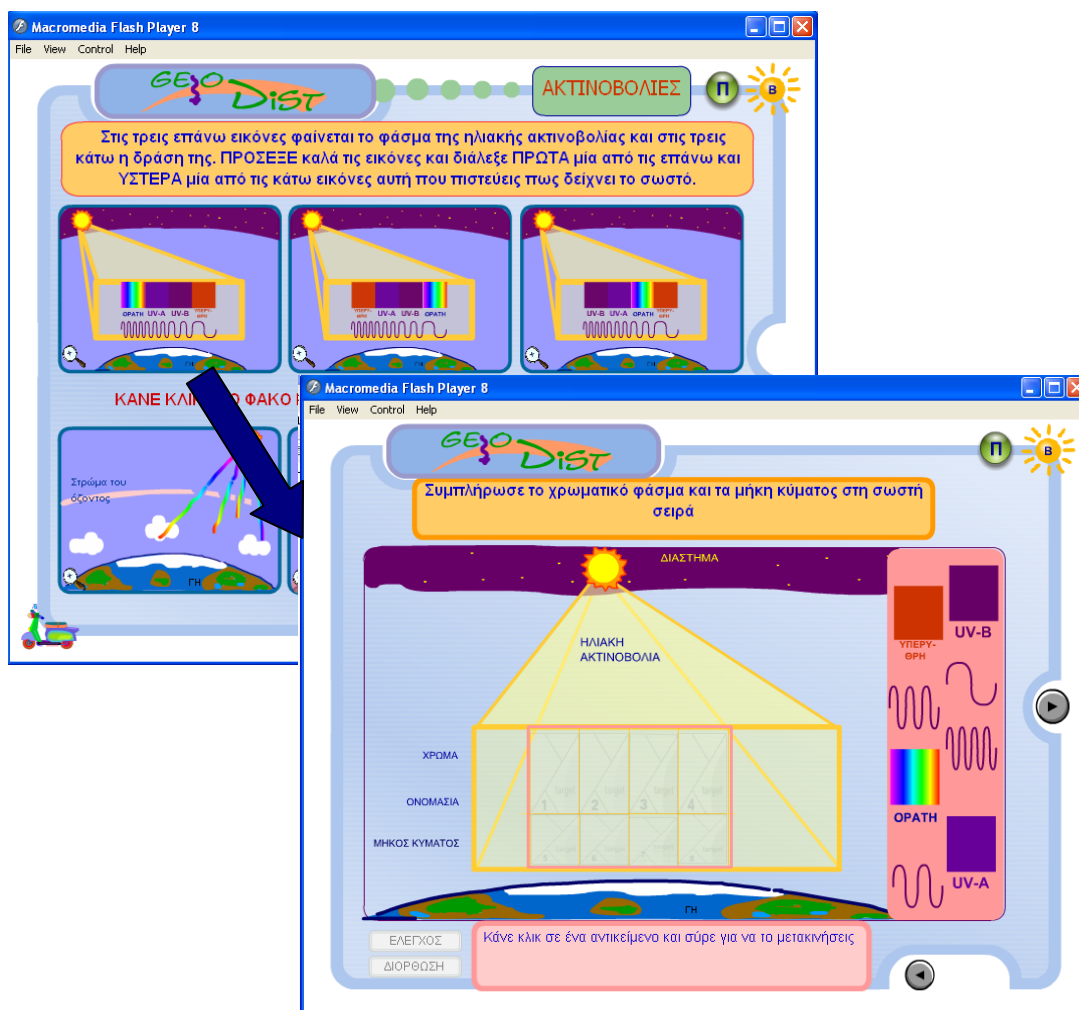
*Μελέτη περίπτωσης.* Οι παραπάνω βασικές θεωρητικές γνώσεις εμπλουτίστηκαν με περαιτέρω ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την ανάπτυξη του δυναμικού δικτύου στόχων-εμποδίων που αφορούσε στη συγκεκριμένη περίπτωση που απασχόλησε τον ερευνητή. Πιο συγκεκριμένα, αξιοποιήθηκαν ερευνητικά ευρήματα που αφορούν στην καταγραφή αντιλήψεων μαθητών 11-16 ετών για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος (Χρηστίδου 2001, Andersson & Wallin 2000) και στον εντοπισμό σχετικών παρανοήσεων. Ειδικότερα, από τις παραπάνω έρευνες προέκυψε ότι η κυριότερη δυσκολία των μαθητών είναι να διακρίνουν τα δύο φαινόμενα και έχει σχέση με την αδυναμία των μαθητών να επεξεργαστούν ικανοποιητικά δύο θέματα τα οποία συνιστούν και τους αντίστοιχους στόχους-εμπόδια. Το πρώτο αφορά στην αδυναμία διάκρισης των διαφορετικών ακτινοβολιών του ηλιακού φάσματος και κατά συνέπεια τις διαφορετικές ιδιότητες και επιπτώσεις τους και τη συσχέτισή τους με τα υπόψη φαινόμενα. Η υπέρβαση του εμπόδιου αυτού αναμένεται να τους καταστήσει ικανούς να μπορούν να ξεχωρίσουν τη διαφορετική προέλευση (ηλιακή-γήινη) και τα αντίστοιχα είδη (υπεριώδης, υπέρυθρη) ακτινοβολίας που συμμετέχουν στα δύο φαινόμενα. Ο δεύτερος στόχος-εμπόδιο εντοπίζεται στις παρανοήσεις που αφορούν στις ιδιότητες των αερίων, στη θέση των αερίων στην ατμόσφαιρα, στην κατανομή τους σε αυτή και στο περιεχόμενο που αποδίδουν στην έννοια «τρύπα» του στρώματος του όζοντος. Με βάση τα ευρήματα αυτά, είναι φανερό ότι εάν οι μαθητές μπορούσαν να διαχειριστούν καλύτερα θέματα σχετικά με τις ακτινοβολίες και τα αέρια θα μπορούσαν να ανταποκριθούν καλύτερα και στη διδασκαλία των δύο περιβαλλοντικών φαινομένων που προαναφέρθηκαν.

Το παραπάνω πλαίσιο καθόρισε την επιλογή και οργάνωση του περιεχομένου του προτεινόμενου υλικού το οποίο απευθύνεται σε μαθητές 12-15 ετών πάνω σε τρεις άξονες. Οι δυο πρώτοι αφορούσαν στην επεξεργασία των παραπάνω στόχων-εμποδίων και ο τρίτος σε δραστηριότητα αυτοαξιολόγησης (quiz).

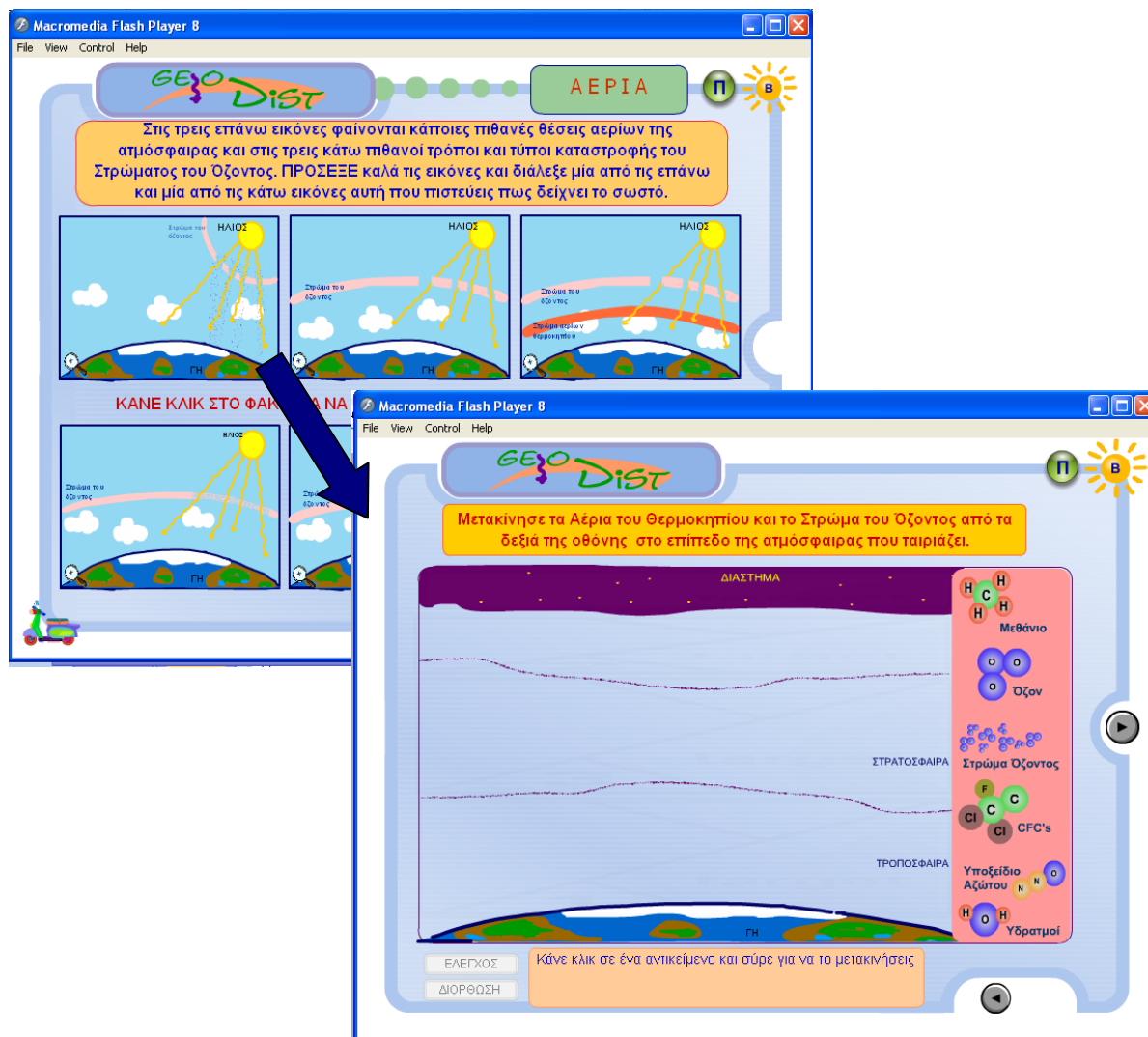
Ο σχεδιασμός του τρόπου οργάνωσης και απεικόνισης του παραπάνω υλικού έγινε με βάση τις αρχές παραγωγής εκπαιδευτικού υλικού σε ψηφιακή μορφή. Η χρήση των νέων τεχνολογιών παρείχε τη δυνατότητα της προσομοίωσης των μορίων των αερίων, καθιστώντας απτές τις συμπεριφορές τους. Τα βασικά θέματα που αντιμετωπίστηκαν στο επίπεδο αυτό αφορούσαν, μεταξύ άλλων στην οργάνωση της πληροφορίας των οθονών, στον προσδιορισμό του βαθμού αλληλεπίδρασης του χρήστη με αυτή, στον τρόπο πλοήγησης μεταξύ των οθονών, στην επιλογή χρωμάτων και μεγέθους γραμματοσειρών και τέλος στο σχεδιασμό στατικών και κινούμενων εικόνων. Η αναπαράσταση των μορίων και της συμπεριφοράς τους αποτέλεσε αντικείμενο διερεύνησης και προσεκτικής επιλογής σχημάτων μέσα από το εγχειρίδιο της Χημείας της Β' Γυμνασίου (2005-2006).

### Δράση

Με βάση τον παραπάνω σχεδιασμό, αναπτύχθηκε η εφαρμογή με χρήση του λογισμικού Flash της Adobe. Στα Σχήματα 2 και 3 παρουσιάζονται ενδεικτικά οθόνες (στην τελική μορφή τους) από την εφαρμογή που αφορούν στην επεξεργασία των στόχων-εμποδίων σχετικά με την ακτινοβολία και τα αέρια.



Σχήμα 2. Ενδεικτικό απόσπασμα από την επεξεργασία στόχου-εμποδίου: ακτινοβολίες



Σχήμα 3. Ενδεικτικό απόσπασμα από την επεξεργασία στόχου-εμποδίου: αέρια

#### Παρατήρηση και αναστοχασμός

Η διαδικασία αυτή διενεργείται μετά από κάθε βασική επιλογή σχεδιασμού και υλοποίησης του υλικού και οδηγούσε σε διατύπωση αξιολογικών κρίσεων για την τρέχουσα κατάσταση του υλικού στο επίπεδο της ομάδος συνεργασίας. Κατά τη φάση αυτή ο ερευνητής συμπλήρωνε κατάλληλο πίνακα παρακολούθησης της εφαρμογής των αρχών και τρόπων διδακτικής και επεξεργασίας των εμποδίων (Χατζηνικήτα 2001, σ. 350) και τον κοινοποιούσε στην ομάδα. Η τρέχουσα κατάσταση του υλικού αποτυπώθηκε στον Πίνακα 1, από όπου προκύπτουν και οι περιοχές περαιτέρω επέκτασης αυτού.

Οι παραπάνω φάσεις της έρευνας δράσης επαναλήφθηκαν σπειροειδώς μέχρι τη διαμόρφωση της σημερινής κατάστασης. Η εφαρμογή τους δεν ήταν πάντα απαραίτητα σειριακή καθώς επιλογές για παράδειγμα κατά την ανάπτυξη του υλικού ανατροφοδοτούσαν νέες επιλογές στο επίπεδο του σχεδιασμού του υλικού.

**Πίνακας 1:** Διδακτική επεξεργασία των εμποδίων σχετικά με τη διάκριση των ακτινοβολιών και το χειρισμό των αερίων ως αδιαφοροποίητων μη υλικών οντοτήτων

Φάσεις διδακτικής επεξεργασίας του εμποδίου	Ενδεικτικά Στοιχεία Διδακτικών Διατάξεων	Κάλυψη Στοιχείων Διδακτικών Διατάξεων από την εφαρμογή
<b>Αποσταθεροποίηση του εμποδίου</b>	Δημιουργία ομάδων με αποκλίνουσες απόψεις	• Χρήση της εφαρμογής από ομάδες των δύο-τριών μαθητών ανά Η/Υ
	Κατασκευή μακετών ή αναλογικών μοντέλων	• APXEIO: Thae, Hlfa
	Γραπτή έκφραση των ιδεών των μαθητών	•
	Παρουσίαση σε ρήξη με τις ιδέες που εκφράστηκαν προηγουμένως	• APXEIO: Draeso, Draeoz, Thae, Hlfaso, Drakso, Drakoz
<b>Αναδόμηση του εμποδίου</b>	Κατασκευή ενός συνθετικού σχήματος	• APXEIO: Thae, Hlfa, Quiz 2/7
	Επεξεργασία ενός ή περισσότερων μοντέλων και συστηματική χρήση τους	•
	Ποικίλες ασκήσεις ενεργοποίησης της έννοιας	• APXEIO: Quiz 4/7, Aefa, Quiz 3/7
	Δραστηριότητες για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου	• APXEIO: Arerae, Quiz 5/7, Arerak, Quiz 6/7
<b>Εντοπισμός του εμποδίου</b>	Ανάλυση κειμένων με λάθη με την οδηγία να επισημανθούν σε αυτά τα εμπόδια	• APXEIO: Thae, Quiz 5/7, Quiz 6/7, Drakoz, Hlfa
	Γραφική αναπαράσταση του εμποδίου ή σύντομη διατύπωσή του	•
	Επανεμφάνιση του εμποδίου σε νέες καταστάσεις	•
	Μετά τον εντοπισμό του εμποδίου ανάθεση στο μαθητή θέσης διορθωτή	•

**Επεξηγήσεις του περιεχομένου των αρχείων που αναφέρονται στους Πίνακες 1 και 2:**

Aefa	Δραστηριότητα συσχέτισης ατμοσφαιρικών αερίων και φαινομένου στο οποίο εμπλέκεται.
Arerak	Επιλογή σχετικά με το ηλιακό φάσμα και τη δράση των ακτινοβολιών με βάση τις αντιλήψεις και τα νοητικά μοντέλα των μαθητών.
Arerae	Επιλογή σχετικά με τη θέση των αερίων στην ατμόσφαιρα και τους τρόπους «καταστροφής» του στρώματος του όζοντος με βάση τις αντιλήψεις και τα νοητικά μοντέλα των μαθητών.
Draeoz	Επίδειξη της σχέσης όζοντος και υπεριώδους ακτινοβολίας και γήινης υπέρυθρης με τα θερμοκηπιακά αέρια.
Draeso	Αρχείο επίδειξης των τρόπων δημιουργίας και καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος.
Drakoz	Συσχέτιση τύπου ακτινοβολίας/φαινομένου που αυτή εμπλέκεται, επίδειξη της σχέσης ηλιακής ακτινοβολίας με το όζον, σχέση γήινης υπέρυθρης ακτινοβολίας με τα αέρια του θερμοκηπίου.
Drakso	Επίδειξη πορείας και αλληλεπιδράσεις με αέρια, σύννεφα και γήινη επιφάνεια της ηλιακής αλλά και της γήινης υπέρυθρης ακτινοβολίας.
Hlfa	Δραστηριότητες συμπλήρωσης της διάταξης των ακτινοβολιών του ηλιακού φάσματος και συσχέτισης τύπων ακτινοβολίας με τα δύο φαινόμενα.
Hlfaso	Επίδειξη των ακτινοβολιών του ηλιακού φάσματος και της γήινης υπέρυθρης ακτινοβολίας.
Quiz 2/7	Δραστηριότητα παζλ σχετικά με το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου
Quiz 3/7	Δραστηριότητα συσχέτισης φαινομένου με παράγοντες που το προκαλούν, τα αέρια τα οποία εμπλέκονται σε αυτό και τις επιπτώσεις του.
Quiz 4/7	Δραστηριότητα συμπλήρωσης κειμένου που περιγράφει παράγοντες ενίσχυσης και επιπτώσεις των δύο φαινομένων.
Quiz 5/7	Αναπαραστάσεις των φαινομένων με βάση τις αντιλήψεις των μαθητών και επιλογή της σωστής.
Quiz 6/7	Δραστηριότητα επιλογής του σωστού κειμένου για τις επιπτώσεις του φαινομένου της αραιώσης της στοιβάδας του όζοντος.
Thae	Δραστηριότητες για τη θέση των αερίων στην ατμόσφαιρα, τις πηγές των θερμοκηπιακών αερίων και σύνδεσης της αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου με την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η χρήση του μεθοδολογικού πλαισίου της έρευνας δράσης κατά την εμπλοκή του εκπαιδευτικού της πράξης με τη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού. Η περιγραφή γίνεται σε δυο άξονες: ο πρώτος αφορά στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη του υλικού και ο δεύτερος στον τρόπο υλοποίησης της έρευνας δράσης από τον πρώτο συγγραφέα. Πιο συγκεκριμένα, στόχος του υπόψη εκπαιδευτικού υλικού είναι η υποστήριξη διδακτικής παρέμβασης μέσα στη σχολική τάξη για την επεξεργασία στόχων-εμποδίων, που αφορούν στη διάκριση των φαινομένων του θερμοκηπίου και της αραίωσης της στοιβάδας του όζοντος από μαθητές γυμνασίου. Το υλικό στην τρέχουσα μορφή του, αφήνει περιθώρια για περαιτέρω εφαρμογή των φάσεων της έρευνας δράσης με στόχο τη συμπλήρωση αλλά και την αξιολόγησή του από τους ίδιους τους μαθητές. Ωστόσο, ο σχεδιασμός του αποτελεί μια πρόταση ανάπτυξης εκπαιδευτικού ψηφιακού υλικού, έχοντας ως σημείο εκκίνησης τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών. Στα πλαίσια της προτεινόμενης προσέγγισης, αυτές αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφία, ενώ σε ένα διαφορετικό πλαίσιο θα μπορούσαν να αποτελέσουν το αντικείμενο σχετικής προέρευνας με στόχο την ανίχνευσή τους. Από την άλλη μεριά, για τον ίδιο τον εκπαιδευτικό-ερευνητή η διαδικασία αυτή αποτέλεσε ευκαιρία για την κατάκτηση εργαλείων και μεθόδων χρήσιμων για την ανάπτυξη, από την πλευρά του, εκπαιδευτικών υλικών στο μέλλον. Η περιγραφή του τρόπου εργασίας για την ανάπτυξη του συγκεκριμένου υλικού, αποτελεί επίσης μια πρόταση αξιοποίησης του πλαισίου της έρευνας δράσης, το οποίο εξασφαλίζει από μεθοδολογική άποψη την εξέλιξη της εργασίας. Τέλος, η συνολική περιγραφή της διαδικασίας αναμένεται να αποτελέσει αφορμή για την επανάληψή της από άλλους εκπαιδευτικούς.

## Βιβλιογραφία

- Φλογαίτη, Ε. (2003). Το παιδαγωγικό υλικό στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Πανελλήνιο Συμπόσιο. Σχεδιασμός και Παραγωγή Παιδαγωγικού Υλικού για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Εκδόσεις Λιβάνη. Αθήνα.
- Χατζηνικήτα, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Β, Ε.Α.Π. Πάτρα.
- Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Β, Ε.Α.Π, Πάτρα
- Χρηστίδου Β. (2001) Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Β, Ε.Α.Π, Πάτρα.
- Andersson, B., Wallin, A. (2000). Students' Understanding of the Greenhouse Effect, the Societal Consequences of Reducing CO<sub>2</sub> Emissions and the Problem of Ozone Layer Depletion. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1096-1111.
- Carr, W. & Kemmis, S. (2000). Για μια κριτική εκπαιδευτική θεωρία. Κώδικας, Αθήνα.
- Corey, S. (1953). Action Research to Improve School Practice. Teachers College, Columbia University, New York.
- Kemmis, S. (1985). Action Research. In: T. Husen and T.N Postlethwaite (Eds), *The International Encyclopedia of Education, Research and Studies*. Pergamon Press, Oxford.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2, 34-46.
- McNiff, J. (1988). Action Research: Principles and Practice. McMillan, London.
- Oja, S.N., & Pine, G.J. (1989). Collaborative action research: Teachers' stages of development and School Contexts. *Peabody Journal of Education*, 64(2), 96-115.
- Scott, G. (1999). Change Matters: Making a Difference in Education and Training. Allen & Unwin, St Leonards.