

# Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης

Τόμ. 2016, Αρ. 2

6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ Π.Τ.Δ.Ε.  
ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΨΥΧΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



## 6<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων  
24-26 Ιουνίου 2016

### ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ISSN: 2529-1157

#### ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

~~Παπαδόπουλος~~ Ιωάννης

Πολυγρονιπούλου Σταυρούλα

~~Μπασιλά~~ Αγγελική

ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

Η 'εξήγηση' στην επιστημολογία και στη διδακτική των μαθημάτων των φυσικών επιστημών

Κωνσταντίνος Στεφανίδης, Νικόλαος Στεφανίδης

doi: [10.12681/edusc.875](https://doi.org/10.12681/edusc.875)

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Στεφανίδης Κ., & Στεφανίδης Ν. (2017). Η 'εξήγηση' στην επιστημολογία και στη διδακτική των μαθημάτων των φυσικών επιστημών. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, 2016(2), 917-922.  
<https://doi.org/10.12681/edusc.875>



## **Η ‘εξήγηση’ στην επιστημολογία και στη διδακτική των μαθημάτων των φυσικών επιστημών**

Κων/νος Στεφανίδης, Σχολικός Σύμβουλος Πειραιά

Νικόλαος Στεφανίδης, φοιτητής ΣΕΜΦΕ, ΕΜΠ

### ***Περίληψη***

Ένας από τους βασικούς σκοπούς της διδασκαλίας των μαθημάτων των φυσικών επιστημών είναι να μπορούν οι μαθητές να εξηγούν τα φυσικά φαινόμενα. Στην παρούσα μελέτη η έννοια ‘εξήγηση’ μελετάται από α) επιστημολογική και β) διδακτική σκοπιά. Αναλυτικότερα επιδιώκεται να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα:

α) Ποιος ο αποδεκτός τρόπος εξήγησης φυσικών φαινομένων στο σχολείο; β) Πως γράφονται οι εξηγήσεις στα σχολικά εγχειρίδια; γ) Υπάρχει δομή στο γραπτό ή προφορικό λόγο μιας επιστημονικής εξήγησης και ποια δομή είναι αποδεκτή για το σχολείο; δ) Πως θα μπορούσαμε να διδάξουμε τους μαθητές να διατυπώνουν σωστά μια επιστημονική εξήγηση και να ξεχωρίζουν μια επιστημονική από μια μη επιστημονική εξήγηση; ε) Πως θα μπορούσαμε να διδάξουμε τους μαθητές να γράφουν έγκυρες επιστημονικές εξηγήσεις και να αυτοαξιολογούνται; ζ) Πως βαθμολογείται μια επιστημονική εξήγηση του μαθητή

Τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης είναι εφαρμόσιμα στη διδασκαλία, στην αξιολόγηση – αυτοαξιολόγηση των μαθητών, στη συγγραφή σχολικών βιβλίων και στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.

### **Εισαγωγή - Το πρόβλημα**

Ένας σημαντικός διδακτικός στόχος σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες είναι να μπορούν οι μαθητές να εξηγούν και να προβλέπουν φυσικά φαινόμενα (Κόκκοτας 1998, Πατάπης 1995, Σχολικά βιβλία). Η ανύψωση ενός μπαλονιού γεμάτο με ήλιο, η παραμόρφωση των σιδηροτροχιών συνήθως το καλοκαίρι, η εμφάνιση φουσαλίδων όταν αναμείξουμε οξύ με σίδηρο, η γέννηση ανόμοιων διδύμων, είναι φαινόμενα τα

οποία μπορούν να εξηγηθούν με την επιστημονική γνώση της φυσικής χημείας και βιολογίας. Η διδασκαλία του παραπάνω διδακτικού στόχου προϋποθέτει να απαντηθούν όλα τα αρχικά ερωτήματα σχετικά με τη διατύπωση, βαθμολόγηση και γενικότερα διδασκαλία μιας επιστημονικής εξήγησης ως επίσης και τη διαφοροποίησης από μια μη επιστημονική εξήγηση. Αν και στα σχολικά βιβλία (φυσική, χημεία, βιολογία) υπάρχει πλήθος εξηγήσεων, εν τούτοις η δομή και η πληρότητα της διατύπωσης δεν είναι πάντοτε επαρκής και σαφής.

Οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν τα παραπάνω μαθήματα δε δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στις δεξιότητες που απαιτούνται για τη διατύπωση μιας εξήγησης και ως εκ τούτου προκύπτουν προβλήματα στη διδασκαλία και στη βαθμολόγηση ερωτήσεων που ζητούν επιστημονικές εξηγήσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, οι εκπαιδευτικοί υποθέτουν αυτόματες, αυτονόητες **γνωστικές διαδικασίες χωρίς διδασκαλία** για την εξήγηση των φαινομένων από τους μαθητές.

Σχετικές έρευνες στην επιστημολογία και διδακτική των μαθημάτων των φυσικών επιστημών αναφέρονται στο θέμα της επιστημονικής εξήγησης (Στεφανίδης Κ. 1996, Στεφανίδης Κ. 2006)

Με βάση τα ανωτέρω οι σκοποί του παρόντος άρθρου καθορίζονται οι εξής:

- Η μελέτη της έννοιας 'εξήγηση' στην επιστημολογία και στη διδακτική των μαθημάτων των φυσικών επιστημών.
- Να προταθούν διδακτικές προσεγγίσεις ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν τις δεξιότητες της εξήγησης και πρόβλεψης

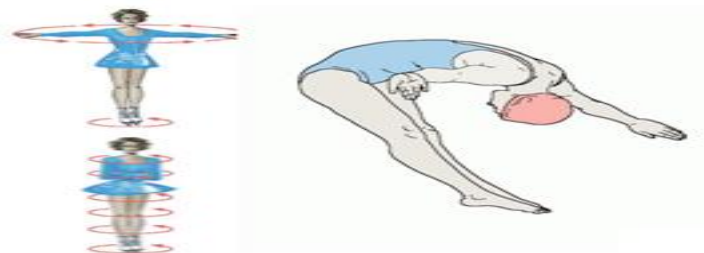
### **Επιστημολογική προσέγγιση**

Μία επιστημολογική προσέγγιση (Salmon M. κ.α., 2015) προτείνει διαφορετικά μοντέλα (είδη) εξηγήσεων:

- Το παραγωγικό – νομοτελειακό μοντέλο
- Την αναφορά στο οικείο
- Την αναφορά σε στατιστικούς νόμους
- Την τελεολογία

Τα μοντέλα των εξηγήσεων τα οποία χρησιμοποιούνται στα μαθήματα των φυσικών επιστημών, είναι κυρίως τα τρία πρώτα. Βασικό γνώρισμα στα παραπάνω μοντέλα, είναι η αναφορά σε κάποια γενίκευση, η οποία περιλαμβάνεται στη δομή της διατύπωσης μιας εξήγησης.

Στη φυσική ο νόμος διατήρησης της στροφορμής, εξηγεί τη γρηγορότερη κίνηση



μιας

χορεύτριας καλλιτεχνικού πατινάζ, όταν αυτή μαζεύει τα ανοικτά χέρια της στο στήθος της, την περιστροφή της αθλήτριας καταδύσεων, όπως επίσης και οι νόμοι ανάκλασης του φωτός εξηγούν τα είδωλα που βλέπουμε σε ένα καθρέπτη. Στη χημεία νόμοι και άλλες γενικεύσεις, όπως ιδιότητες των ενώσεων ή στοιχείων μπορούν να εξηγήσουν φαινόμενα, όπως την εμφάνιση φυσαλίδων όταν αναμείξουμε σίδηρο με οξύ ή τη διάβρωση των μαρμάρων του Παρθενώνα.



Στη βιολογία κυρίως μηχανισμοί και διαδικασίες χρησιμοποιούνται για την εξήγηση βιολογικών φαινομένων, όπως η γέννηση ανόμοιων διδύμων και η κληρονομικότητα διαφόρων χαρακτηριστικών. Οι στατιστικοί νόμοι, τους οποίους συναντάμε σε βιολογικά, ιατρικά και πυρηνικά φαινόμενα (χρονολόγηση με βάση τις διασπάσεις του ατόμου του άνθρακα C) έχουν τον ίδιο ρόλο με τους άλλους νόμους του νομοτελειακού - παραγωγικού μοντέλου, με τη διαφοροποίηση, ότι οι στατιστικοί νόμοι προβλέπουν το σύνολο της συμπεριφοράς ενός συστήματος σωμάτων και όχι τη συμπεριφορά ενός μεμονωμένου σώματος.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις μια γενίκευση (έννοια, νόμος, ιδιότητα, μηχανισμός) συμπεριλαμβάνεται στη διατύπωση μιας εξήγησης. Αξίζει να σημειωθεί

ότι στην εξήγηση με αναφορά στο οικείο δεν επικαλούμαστε κάτι το γενικότερο αλλά κάτι παρόμοιο, όπως για παράδειγμα η κίνηση ενός κομήτη εξηγείται με την παρόμοια φαινόμενα όπως η κίνηση των πλανητών. Επίσης το φαινόμενο της ανάκλασης εξηγείται, αναλογικά, με την αναπήδηση μιας μπάλας του πινγκ - πονγκ. Το αν οι αναλογικές εξηγήσεις θα πρέπει να είναι αποδεκτές ως πλήρεις στη διδασκαλία είναι ένα ερώτημα προς συζήτηση.

Σχηματικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα τα εργαλεία των εξηγήσεων για τα διαφορετικά μαθήματα των φυσικών επιστημών.

ΦΥΣΙΚΗ	ΧΗΜΕΙΑ	ΒΙΟΛΟΓΙΑ
Νόμοι - Γενικεύσεις	Νόμοι – Γενικεύσεις - Ιδιότητες	Μηχανισμοί - Νόμοι – Γενικεύσεις

### **Η προσέγγιση της διδακτικής των φυσικών επιστημών**

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν τα παραπάνω μαθήματα δε δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στις δεξιότητες που απαιτούνται για τη διατύπωση μιας εξήγησης και ως εκ τούτου προκύπτουν προβλήματα στη διδασκαλία και στη βαθμολόγηση ερωτήσεων, που ζητούν επιστημονικές εξηγήσεις.

Είναι απαραίτητο αρχικά να καθορίσουμε τα είδη των πληροφοριών, τα οποία θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε μία επιστημονική εξήγηση, ώστε αυτή να είναι πλήρης και σαφής. Σε μία σχετική έρευνα (Στεφανίδης Κ., 1996) η οποία έλαβε υπόψη και τα βιβλία των μαθητών προτείνει μια δομή μιας επιστημονικής εξήγησης:

### **Η ΔΟΜΗ ΜΙΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΞΗΓΗΣΗΣ**

- ▶ Φαινόμενο ( $\Phi$ )
- ▶ Βάση εξήγησης (B)

*Ικανοποίηση συστήματος*

*Ικανοποίηση συνθηκών*

*Άλλοι Συλλογισμοί*

► *Νόμος, Ιδιότητα, Μηχανισμός (N)*

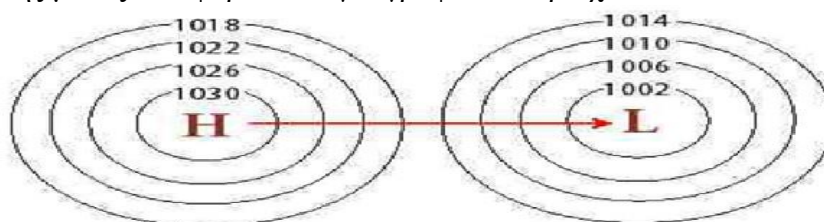
Παρακάτω παρατίθεται ένα παράδειγμα εξήγησης ενός φυσικού φαινομένου για επεξήγηση της παραπάνω δομής.

*Το καλοκαίρι εμφανίζεται κοιλότητα στα καλώδια της ΔΕΗ (Φ). Τα καλώδια είναι μεταλλικά και το καλοκαίρι η θερμοκρασία αυξάνεται. (B) Βάσει του νόμου που λέει ότι σε όλα τα μέταλλα, όταν αυξηθεί η θερμοκρασία τους αυξάνονται και οι διαστάσεις τους, (N) το μήκος των καλωδίων θα αυξηθεί και κατά συνέπεια θα εμφανισθεί κοιλότητα (B).*

Με την παραπάνω δομή ελέγχεται:

α) η πληρότητα και η εγκυρότητα μιας επιστημονικής εξήγησης. Η διατύπωση της εξήγησης του φαινομένου της ανάκρουσης του όπλου, στα σχολικά βιβλία, χωρίς αναφορά στην ικανοποίηση συνθηκών εφαρμογής του νόμου, δηλαδή, το άθροισμα των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν κατά τη διάρκεια εξέλιξης του φαινομένου, αποτελεί ελλιπή επιστημονική διατύπωση. Το ίδιο θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε για όλες τις αρχές διατήρησης που απαιτούνται ειδικές συνθήκες για να μπορούν να εφαρμοσθούν, όπως η αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη μόνο συντηρητικών δυνάμεων.

β) αν μία εξήγηση είναι επιστημονική ή όχι. Η εξήγηση της ύπαρξης των ανέμων με την αναφορά στον θεό Αίολο ή σε κάποια άλλη υπερφυσική οντότητα, κρίνεται μη επιστημονική μιας και δεν υπάρχει αναφορά σε έννοιες και νόμους της φυσικής. Είναι γνωστό ότι η δημιουργία ανέμων εξηγείται με την ύπαρξη διαφοράς ατμοσφαιρικής πίεσης μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών .



## Συμπεράσματα και προεκτάσεις

Με βάση την παραπάνω μελέτη προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- υπάρχουν διαφορετικά είδη εξηγήσεων με κύριο χαρακτηριστικό τη χρησιμοποίηση της επιστημονικής γνώσης (νόμοι, αρχές, ιδιότητες, μηχανισμοί,...) στη διατύπωση μιας επιστημονικής εξήγησης
- είναι δυνατόν να καθορίσουμε τη δομή μιας επιστημονικής εξήγησης
- υπάρχει κριτήριο για την διάκριση μιας μη από μια επιστημονική εξήγηση

Τα παραπάνω συμπεράσματα έχουν άμεση εφαρμογή στη διδασκαλία, στην αξιολόγηση - αυτοαξιολόγηση των μαθητών, στη συγγραφή διδακτικών βιβλίων και στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Η ανάπτυξη της δεξιότητας των μαθητών να διατυπώνουν έγκυρες και πλήρεις εξηγήσεις, μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα με άμεση διδασκαλία. Αυτό αποτελεί ένα καινοτόμο διδακτικό στόχο και συμπεριλαμβάνεται σε αυτό που επικαλούμαστε ως επιστημονικός αλφαριθμητισμός ή να μάθει ο μαθητής τη φύση της επιστημονικής γνώσης.

## Βιβλιογραφία

Κόκκοτας Π. *Σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών*. Αθήνα 1998.

Πατάπης Σ. *Μεθοδολογία διδασκαλίας της φυσικής*., Αθήνα 1995.

Στεφανίδης Κ. *Στρατηγικές μάθησης στα μαθήματα των φυσικών επιστημών*, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1996

Στεφανίδης Κ. *Αυτομάθηση*, Αθήνα 2006

Salmon, M. κ.α. *Εισαγωγή στη φιλοσοφία της επιστήμης*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο Κρήτης, 2015