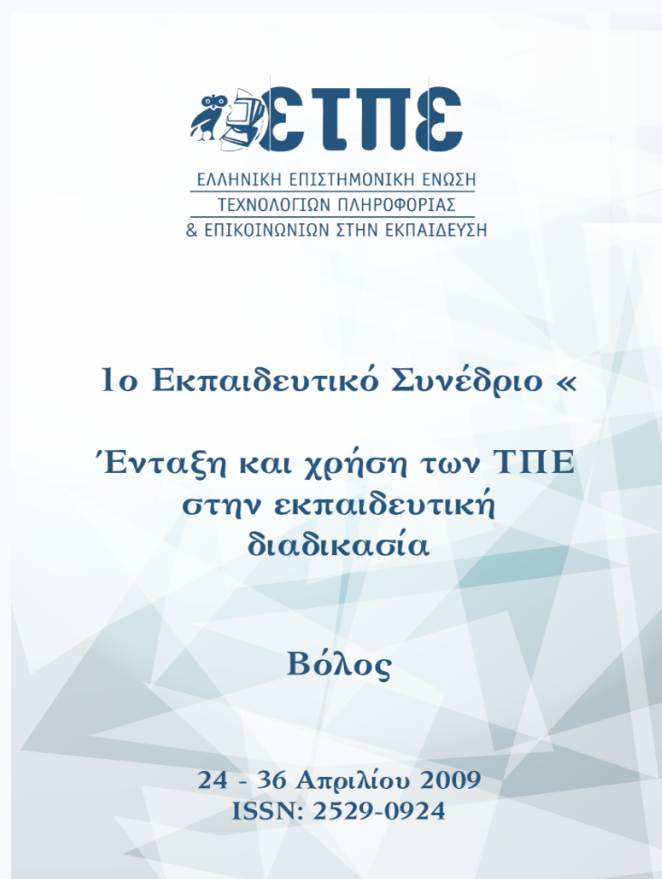


# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2009)

1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία»



Ομάδες Φυσικής στη Δ/θμια Εκπ/ση: Πυρήνες γνώσης των Φυσικών Επιστημών μέσω ΤΠΕ Μια μελέτη περίπτωσης στο 2ου Γυμνασίου Σερρών Τσεπελής Ν.

Νικόλαος Τσεπελής

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Τσεπελής Ν. (2024). Ομάδες Φυσικής στη Δ/θμια Εκπ/ση: Πυρήνες γνώσης των Φυσικών Επιστημών μέσω ΤΠΕ Μια μελέτη περίπτωσης στο 2ου Γυμνασίου Σερρών Τσεπελής Ν. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 517-521. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/6557>

# Ομάδες Φυσικής στη Δ/θμια Εκπ/ση: Πυρήνες γνώσης των Φυσικών Επιστημών μέσω ΤΠΕ Μια μελέτη περίπτωσης στο 2<sup>ο</sup> Γυμνασίου Σερρών

**Τσεπελής Νικόλαος**  
Φυσικός – Ραδιοηλεκτρολόγος (ΠΕ12.06)  
Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπ/σης  
[ntsepelis@gmail.com](mailto:ntsepelis@gmail.com)

## Περίληψη

Οι εξελίξεις στη σύγχρονη Φυσική δύσκολα μπορούν να γίνουν κατανοητές από το μέσο άνθρωπο. Πολύ δε περισσότερο από τους μαθητές της Δ/θμιας Εκπ/σης, των οποίων οι γνώσεις περιορίζονται στην ύλη του σχολικού εγχειριδίου. Ωστόσο, δεν είναι λίγοι οι μαθητές, που με αφορμή την παρακολούθηση κάποιου ντοκιμαντέρ ή την ανάγνωση κάποιου άρθρου, ζητούν από τους εκπαιδευτικούς διευκρινίσεις και λεπτομέρειες. Στο πλαίσιο αυτό, ο ρόλος του Φυσικού έχει διττή σημασία: από τη μια, καλείται να καλύψει τις απαιτήσεις διδασκαλίας του εκπαιδευτικού συστήματος, από την άλλη, να μεταφέρει στους μαθητές τις τελευταίες εξελίξεις της επιστήμης του. Ο πρώτος καθορίζεται από τα σχολικά εγχειρίδια και τα αναλυτικά προγράμματα διδασκαλίας. Ο δεύτερος από την έμπνευση και τη βαθιά μελέτη των θεμάτων της Φυσικής. Μπορεί, δε, να υλοποιηθεί με τη δημιουργία Ομάδων Φυσικής. Στις ομάδες αυτές οι μαθητές συμμετέχουν εθελοντικά και τους δίνεται η δυνατότητα να ασχοληθούν με θέματα Φυσικής που τους ενδιαφέρουν. Μέσα από την ενασχόλησή τους αυτή, όμως, τους δίνεται η ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν όλα τα σύγχρονα μέσα που τους παρέχουν οι ΤΠΕ για τη συγκέντρωση πληροφοριών, επεξεργασία και παρουσίασής τους.  
**Λέξεις Κλειδιά:** Φυσική, ΤΠΕ. Ομάδα Φυσικής.

## 1. Εισαγωγή – Η Ομάδα Φυσικής

Στις Ομάδες Φυσικής συμμετέχουν εθελοντικά μαθητές όλων των τάξεων της Β/θμιας Εκπ/σης (αν και είναι προτιμότερο να υπάρχει ομοιογένεια, ως προς τις τάξεις).

### 1.1. Στόχοι – Σκοποί

Σκοπός των ομάδων είναι η ενασχόληση των μαθητών με θέματα Φυσικής πέρα από τα πλαίσια του σχολικού προγράμματος. Να τους δοθεί η ευκαιρία να ψάξουν, να διερευνήσουν, να αναζητήσουν πηγές γνώσεων για θέματα Φυσικής που τους ενδιαφέρουν αλλά και να παρουσιάσουν τη δουλειά τους, δημοσιεύοντας τις εργασίες τους τόσο σε έντυπη (παραγωγή Τόμου Σημειώσεων), όσο και σε ηλεκτρονική μορφή (ιστοσελίδα στο διαδίκτυο).

Αυτά ως προς τους άμεσα ορατούς στόχους. Παράλληλα, οι μαθητές θα μάθουν να συνεργάζονται και να ενεργούν ως ομάδα σε δύο επίπεδα. Το πρώτο είναι αυτό της ομάδας εργασίας. Η ομάδα εργασίας θα αποτελείται από τέσσερα άτομα και θα αναλαμβάνει να καλύψει μέρος της μελέτης ενός θέματος. Το δεύτερο, είναι αυτό της συνολικής ομάδας. Ως τέτοια, ορίζεται ολόκληρη η ομάδα. Εκεί θα έχουν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν και να σχολιάσουν την έρευνα των υπόλοιπων ομάδων εργασίας.

Με την ολοκλήρωση του προγράμματος οι μαθητές

1. Θα έχουν ασχοληθεί με κάτι που τους ενδιαφέρει και τους αρέσει.
2. Θα έχουν μάθει να συνεργάζονται, να ενεργούν ως ομάδα.
3. Θα έχουν μάθει να χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο (internet) ως πηγή πληροφοριών, πέρα από τα κλασσικά μέσα (βιβλία, εγκυκλοπαιδείες, περιοδικά).
4. Θα έχουν μπει στη διαδικασία συγγραφής εκλαϊκευμένων επιστημονικών θεμάτων και εκπαιδευτικού υλικού, χρησιμοποιώντας όλο το φάσμα εφαρμογών γραφείου (Word, Excel, IE).
5. Θα έχουν παρουσιάσει τη δουλειά τους στη συνολική ομάδα, το σχολείο και, εφόσον καταστεί δυνατό, σε έκθεση στην κεντρική πλατεία της πόλης, χρησιμοποιώντας σύγχρονα εποπτικά μέσα (π.χ. PowerPoint).
6. Θα έχουν έρθει σε επαφή με προχωρημένες πτυχές της Φυσικής.
7. Θα έχουν δημιουργήσει και διαχειριστεί ιστοσελίδες.

## 8. Θα έχουν τυπώσει τη δουλειά τους σε Τόμο Σημειώσεων.

### **1.2. Οργάνωση**

Κάθε βδομάδα εξετάζεται ένα θέμα Φυσικής, το οποίο αποφασίζει η Ομάδα. Ο συντονιστής-εκπαιδευτικός αναλαμβάνει την ανάλυση του θέματος και τον τεμαχισμό του σε επιμέρους εργασίες. Τις δύο (2) πρώτες ημέρες ενημερώνει τις ομάδες εργασίας για το αντικείμενο της έρευνάς τους, το οποίο θα πρέπει να φέρουν εις πέρας εντός πέντε (5) ημερών.

Ως πηγές γνώσης χρησιμοποιούνται Ιστοσελίδες, Εγκυκλοπαίδειες, Βιβλία σχετικά με τη Φυσική, Επιστημονικά Περιοδικά, Τηλεοπτικά Ντοκιμαντέρ, Εκπαιδευτικές Επισκέψεις.

Στο τέλος της εβδομάδας πραγματοποιείται συνάντηση, όπου συγκεντρώνεται και παρουσιάζεται το υλικό.

## **2. Ο Ρόλος του Εκπαιδευτικού στην Ομάδα Φυσικής**

Ο συντονιστής-εκπαιδευτικός αναλαμβάνει την ανάλυση του θέματος και τον τεμαχισμό του σε επιμέρους εργασίες. Τις δύο (2) πρώτες ημέρες ενημερώνει τις ομάδες εργασίας για το αντικείμενο της έρευνάς τους, το οποίο θα πρέπει να φέρουν εις πέρας εντός πέντε (5) ημερών. Είναι υπεύθυνος για την επίβλεψη της όλης διαδικασίας αλλά και τη σύνθεση των επιμέρους εργασιών, ώστε να αναδεικνύεται η μεταξύ τους σχέση, που θα οδηγήσει στην ολοκλήρωση του θέματος.

## **3. Η περίπτωση του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Σερρών**

Όλα τα παραπάνω έγιναν πράξη το σχολικό έτος 2006-2007, με 20 μαθητές της Γ' Τάξης του 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Σερρών. Τα θέματα που απασχόλησαν την Ομάδα ήταν

- Το Άστρο της Βηθλεέμ
- Το Ηλιακό Σύστημα

### **3.1. Το Άστρο της Βηθλεέμ**

Στην εργασία αυτή οι μαθητές ασχολήθηκαν με τις θεωρίες σχετικά με την ταυτότητα του Άστρου της Βηθλεέμ. Η εργασία χωρίστηκε σε τρεις φάσεις:

1η Φάση. Χωρίς προηγούμενη ενημέρωση ή συζήτηση δόθηκε στους μαθητές το ακόλουθο ερωτηματολόγιο:

- Πόσο χρόνο χρειάζεται μία καμήλα για να διανύσει την απόσταση Βαγδάτη – Ιερουσαλήμ;
- Αναζητήστε στο Internet ή όπου αλλού τις παρακάτω λέξεις κλειδιά:

Κομήτης

Μετεωρίτης

Βασιλίσκος ή Ρήγουλος (Regulus)

Καινοφανής Αστέρας (nova)

Υπερκαινοφανής Αστέρας (supernova)

Σύνοδος Πλανητών

2η Φάση (2η Συνάντηση). Το υλικό της πρώτης φάσης συγκεντρώθηκε, και στη 2η Συνάντηση (μία εβδομάδα αργότερα) αναπτύχθηκαν ένα-ένα τα θέματα. Με την ολοκλήρωση της παρουσίασής τους, ανακοινώθηκε το πραγματικό θέμα: Το Άστρο της Βηθλεέμ. Καθένα από τα θέματα ήταν και μια διαφορετική θεωρία σχετικά με την ταυτότητά του (Θεοδοσίου & Δανέζης, 2000). Τέλος, ζητήθηκε από κάθε μαθητή η άποψή του, σε μορφή γραπτής εργασίας.

3η Φάση (3η Συνάντηση). Στην 3η Συνάντηση οι μαθητές προσκόμισαν τη γραπτή εργασία τους και ακολούθησε ελεύθερη συζήτηση.

#### **3.1.1. Παρατηρήσεις/Σχόλια**

Ως γενική παρατήρηση, το θέμα παρουσίασε ιδιαίτερη πρωτοτυπία, συνεπικουρούμενο από το στοιχείο της έκπληξης. Ήταν, επίσης, επίκαιρο, μιας και ήταν το τελευταίο Σάββατο πριν από τις διακοπές των Χριστουγέννων. Οι μαθητές το αντιμετώπισαν θετικά και μάλιστα με ενθουσιασμό. Ήταν από τα ζητήματα που τους είχαν απασχολήσει, είχαν παρακολουθήσει στην τηλεόραση αλλά δεν φαντάζονταν ότι θα τους δινόταν η ευκαιρία να διαπραγματευτούν και οι ίδιοι. Ο ενθουσιασμός τους φάνηκε και από το γεγονός, ότι όλοι και αδιαμαρτύρητα έγραψαν την άποψή τους για την ταυτότητα του Άστρου.

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε την ψυχολογική διάσταση της συνάντησης. Ήταν η πρώτη, οπότε ήταν φυσικό να υπήρχε μια σχετική αμηχανία. Οι μαθητές δεν ήξεραν τι θα συναντήσουν και αυτό τους έκανε στην αρχή διστακτικούς και αμήχανους, παρά το γεγονός ότι ήταν πολύ καλά προετοιμασμένοι. Σιγά-σιγά, όμως, με χαλαρή συζήτηση ανοίχτηκαν και προχώρησαν στις παρουσιάσεις τους.

Η γενική αποτίμηση ήταν θετική. Οι μαθητές ενθουσιάστηκαν με τον τρόπο εργασίας αλλά και τη θεματολογία. Ιδιαίτερα το στοιχείο της έκπληξης τους κέντρισε το ενδιαφέρον και τους έδωσε ώθηση για ακόμη πιο ενεργή συμμετοχή στα επόμενα θέματα.

### **3.2. Το Ηλιακό Σύστημα**

Στην εργασία αυτή οι μαθητές ασχολήθηκαν με τους πλανήτες και τα σώματα του Ηλιακού Συστήματος. Η εργασία χωρίστηκε σε τρεις φάσεις:

1η Φάση (1η Συνάντηση). Ανακοίνωση του θέματος και ανάθεση, σε κάθε ομάδα, συγκέντρωσης πληροφοριακού υλικού για το Ηλιακό Σύστημα.

2η Φάση (2η, 3η, 4η Συνάντηση). Το υλικό της πρώτης φάσης συγκεντρώθηκε, και στη 2η Συνάντηση (μία εβδομάδα αργότερα) έγινε μια πρώτη συζήτηση. Το υλικό προερχόταν, κυρίως, από το Διαδίκτυο και δευτερευόντως από εγκυκλοπαίδειες, περιοδικά, εφημερίδες.

Στη 2η Φάση διανεμήθηκαν φωτοτυπίες του αρχείου SolarSystem\_FC.pdf της NASA με πληροφορίες για το Ηλιακό Σύστημα. Στη συνέχεια, κλήθηκαν οι επιμέρους ομάδες να επιλέξουν δύο θέματα από το αρχείο αυτό, να τα μεταφράσουν και να τα παρουσιάσουν στην Ομάδα. Στην 3η Συνάντηση παρουσιάστηκαν οι πρώτες μεταφράσεις, ενώ στη 4η πραγματοποιήθηκε η ολοκλήρωση των θεμάτων.

3η Φάση (5η, 6η Συνάντηση). Στην τελευταία συνάντηση πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της διαδικασίας και συζήτηση για τον τρόπο εργασίας, εντυπώσεις, προτάσεις, ενώ παρουσιάστηκε από τον υπεύθυνο καθηγητή και η μεταφρασμένη έκδοση του αρχείου.

Στο πέρας της συζήτησης διανεμήθηκε το ακόλουθο ερωτηματολόγιο, για εργασία στο σπίτι.

- Βρείτε την επιτάχυνση της βαρύτητας σε κάθε πλανήτη και
  - υπολογίστε το βάρος σας σε κάθε πλανήτη.
  - τη μάζα σας σε κάθε πλανήτη.
  - την ένδειξη της ζυγαριάς σε κάθε πλανήτη.
- Σε ποιους πλανήτες υπάρχει νερό και τι μπορεί να σημαίνει αυτό;
- Γιατί ο Ερμής είναι ο πιο θερμός και ο Πλούτωνας ο πιο κρύος πλανήτης;
- Σε ποιον πλανήτη υπάρχει η μικρότερη ημέρα και σε ποιον η μεγαλύτερη; Από τι εξαρτάται; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους ημέρας.
- Σε ποιον πλανήτη υπάρχει το μεγαλύτερο σε διάρκεια έτος και σε ποιον το μικρότερο; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους έτους.
- Σε ποιους πλανήτες μπορεί να έχουμε εποχές και σε ποιους όχι; Από τι εξαρτάται;
- Ποιος είναι ο πλανήτης με την περισσότερο εκλειπτική τροχιά και ποιος με τη μικρότερη; Τι σημαίνει αυτό;
- Ποιος πλανήτης έχει τη μεγαλύτερη μάζα και ποιος τη μικρότερη; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους μάζας.
- Ποιος πλανήτης έχει τη μεγαλύτερη ακτίνα και ποιος τη μικρότερη; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους ακτίνας.

- Ποιος πλανήτης έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα και ποιος τη μικρότερη; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους πυκνότητας.
- Τι παρατηρείτε για τα διαγράμματα των προβλημάτων 8, 9, 10; Συμπίπτουν; Αν όχι γιατί;
- Ποιος έχει τη μεγαλύτερη βαρύτητα; Τοποθετείστε τους πλανήτες κατά φθίνουσα σειρά μεγέθους βαρύτητας;
- Συγκρίνεται τα διαγράμματα 8, 9, 10, 12. Τι παρατηρείτε; Πως σχολιάζετε τα αποτελέσματα;

Το ερωτηματολόγιο αυτό συζητήθηκε στην επόμενη συνάντηση.

### 3.2.1. Παρατηρήσεις/Σχόλια

Οι μαθητές εκδήλωσαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον (πρώην) Πλανήτη Πλούτωνα. Τους έκανε ιδιαίτερη εντύπωση, πώς “τόσο εύκολα κάποιος” αποφασίζουν για το αν ένα σώμα είναι πλανήτης ή όχι. Η συζήτηση υπήρξε ιδιαίτερα έντονη (και λόγω του νεαρού της ηλικίας). Θεωρούσαν το όλο ζήτημα ως μια αδικία σε βάρος του Πλούτωνα: τον είχαν διώξει από την παρέα των Πλανητών.

Η ανακοίνωση της δημιουργίας μεταφράσεων, αν και αρχικά έγινε δεκτή με ενθουσιασμό, μιας και υλικό τους παρέχονταν έτοιμο, τελικά πυροδότησε αντιδράσεις, αφενός λόγω της δυσκολίας του εγχειρήματος αυτού καθαυτού και αφετέρου λόγω των παρουσιάσεων. Ωστόσο, με την ουσιαστική συμβολή του συντονιστή-εκπαιδευτικού είτε σε θέματα ορολογίας, είτε σε θέματα χρήσης του PowerPoint, τα προβλήματα ξεπεράστηκαν και το εγχείρημα στέφθηκε από απόλυτη επιτυχία.

Μια σημαντική παρατήρηση που προκύπτει είναι, ότι οι μαθητές δεν είχε τύχει ποτέ να πραγματοποιήσουν μια παρουσίαση, πολύ δε περισσότερο, με ηλεκτρονικό τρόπο. Έτσι, το άγχος ήταν κυρίαρχο σε κάθε πτυχή της όλης διαδικασίας, με αποκορύφωμα την ημέρα των παρουσιάσεων. Γι' αυτό, καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας υπήρξε συνεχής παρακολούθηση και υποστήριξη από τον συντονιστή-εκπαιδευτικό, τονίζοντας στους μαθητές, ότι πρωταγωνιστές δεν ήταν μόνο οι παρουσιαστές αλλά και το ακροατήριο με τις εύστοχες ερωτήσεις και απορίες του. Φυσικά, και εδώ υπήρξε ένα σχετικό πρόβλημα, καθώς οι περισσότεροι, από αλληλεγγύη προς τους συμμαθητές τους, δισταζαν να προχωρήσουν σε ερωτήσεις, φοβούμενοι μήπως τους φέρουν σε δύσκολη θέση. Στο σημείο αυτό επενέβη ο συντονιστής-εκπαιδευτικός και με χαλαρό τρόπο έθεσε αυτός κάποια, απλά, ερωτήματα, στα οποία κλήθηκαν να πουν τη γνώμη τους, όχι μόνο οι παρουσιαστές αλλά και το ακροατήριο. Έτσι, δημιουργήθηκε ένα κλίμα φιλικής συζήτησης, που γρήγορα απελευθέρωσε τα παιδιά.

Θα πρέπει να τονιστεί, ότι κατά τη διάρκεια των παρουσιάσεων, έγινε, κατά το δυνατόν, σύνδεση των παρουσιαζόμενων θεμάτων με τη διδαχθείσα ύλη του σχολικού εγχειριδίου π.χ. Με δεδομένη της απόσταση Γης-Ήλιου, αν ο Ήλιος σβήσει τώρα, σε πόση ώρα θα το μάθουμε; Δίνεται η ταχύτητα του φωτός (σταθερή, άρα Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση).

Ως προς τα αποτελέσματα των απαντήσεων του ερωτηματολογίου, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν στις τυποποιημένες ερωτήσεις, ενώ οι “κρίσεως” απαντήθηκαν από λίγους και με μεγάλο βαθμό αμφιβολίας. Μάλιστα, όλοι ήταν ιδιαίτερα επικριτικοί για τον τρόπο διατύπωσής τους, ενώ αισθάνονταν ιδιαίτερα άβολα που δεν μπορούσαν να απαντήσουν με απλή αναφορά.

Η γενική αποτίμηση θα λέγαμε ότι ήταν θετική. Οι μαθητές συνεργάστηκαν, γνώρισαν το Ηλιακό μας Σύστημα, εξάσκησαν τα Αγγλικά τους, παρουσίασαν την εργασία τους, έμαθαν να δέχονται και να απαντούν σε ερωτήσεις. Γνώρισαν, ταυτόχρονα, και μια άλλη μορφή εκπαίδευσης, τη διαθεματική.

## 4. Γενικά Συμπεράσματα

Ως προς τους στόχους των ασκήσεων, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι επιτεύχθηκαν όλοι, και ακόμη περισσότεροι. Δόθηκε η ευκαιρία στους μαθητές να εξερευνήσουν αλλά και να διερευνήσουν, να χειριστούν βιβλιογραφία, να δημιουργήσουν και να παρουσιάσουν, να γνωρίσουν την εμπειρία του ερωτώντα αλλά και του ερωτώμενου, να εξοικειωθούν με την τεχνολογία και τα εργαλεία του διαδικτύου, να συνεργαστούν και να αναλάβουν πρωτοβουλίες, με σκοπό να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της εργασίας.

Κατά την ανάπτυξη των θεμάτων, το κυριότερο πρόβλημα που ανέκυψε ήταν η δυστοκία των μαθητών στη διατύπωση των απόψεών τους. Φαίνονταν εγκλωβισμένοι στον τρόπο λειτουργίας του σχολείου, στον τρόπο σωστό/λάθος. Τις περισσότερες φορές που κλήθηκαν να γράψουν μια περίληψη, περίμεναν η περίληψη αυτή να είναι σωστή ή λάθος, χωρίς να επικεντρώνονται στην ουσία των θέσεων και των απόψεών τους.

Κεντρικό ρόλο σε όλη το πρόγραμμα έπαιξε η δημιουργία σχετικής ιστοσελίδας στη διεύθυνση <http://club.net-axion.gr>. Εκεί παρουσιάζονταν όλα τα θέματα, η πορεία τους, τα συμπεράσματα, οι απόψεις των μαθητών αλλά και οι ασκήσεις και τα παιχνίδια. Αποτέλεσε δε, σημείο αναφοράς και για άλλους μαθητές από όλη την Ελλάδα, οι οποίοι εξεδήλωσαν με ενθουσιασμό τη θέλησή τους για συμμετοχή στην ομάδα, ακόμα και μέσω email.

Θα πρέπει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στο ρόλο του συντονιστή-εκπαιδευτικού. Αυτός θα πρέπει να είναι γνώστης των θεμάτων, ώστε να μπορεί να κατευθύνει σωστά την ομάδα και να εμπνεύσει τους μαθητές. Θεωρείται δεδομένη η παιδαγωγική του κατάρτιση αλλά και η ικανότητά του να δημιουργεί κλίμα συνεργασίας και άμιλλας μεταξύ των μαθητών. Θα πρέπει να πιστεύει ο ίδιος σε αυτό που κάνει, ώστε να οδηγήσει τους μαθητές στο μαγικό αυτό ταξίδι στον κόσμο της Φυσικής.

## Βιβλιογραφία

- Asimov I., (2005). *Το Χρονικό των Επιστημονικών Ανακαλύψεων (Μετάφραση)*, 837, Έκδοση 7<sup>η</sup>, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.
- Hawking S. W., (1998). *Το Χρονικό του Χρόνου (Μετάφραση)*, 272, Κάτοπτρο, Αθήνα.
- Βάρβογλης Χ., Σειραδάκης Γ., (1994). *Εισαγωγή στη Σύγχρονη Αστρονομία*, 344, Έκδοση 3<sup>η</sup>, Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Θεοδοσίου Σ., Δανέζης Μ., (2000). *Στα Ίχνη του ΙΧΘΥΣ*, 732, Διάυλος, Αθήνα.
- Μιχαλοδημητράκης Μ., (1991). *Εισαγωγή στην Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας*, 194, ΑΠΘ: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη.
- Σπύρου Ν. (1989). *Εισαγωγή στη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας*, 227, 2<sup>η</sup> Έκδοση, Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.