

# Ο Γαλιλαίος, ο Μπρεχτ και οι φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη

Φανή Σέρογλου

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, seroglou@eled.auth.gr

Θεματική Ενότητα: Ιστορία των Φυσικών Επιστημών, Στάσεις και αντιλήψεις των δασκάλων των Φυσικών Επιστημών, Εκπαίδευση Δασκάλων

Επίπεδο Εκπαίδευσης: Δεύτερη Σχολική Ηλικία (Δημοτικό)

Κατηγορία Εργασίας: Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, πολίτη, θέατρο, πολιτισμός, αλληλεπιδράσεις επιστήμης και κοινωνίας

**Περίληψη:** Η ιστορία των φυσικών επιστημών και το θέατρο συναντιούνται προκειμένου να ξεπεραστούν τα παραδοσιακά όρια των μαθημάτων φυσικών επιστημών, και να αναδειχθεί η αλληλεπίδραση της επιστήμης με μια ποικιλία από θέματα (πέρα από τον κόσμο και τη γλώσσα των φυσικών επιστημών) που ενδιαφέρουν δασκάλους και μαθητές σήμερα. Μέσα από τη μελέτη στην τάξη του θεατρικού έργου του Bertolt Brecht «Η ζωή του Γαλιλαίου» αναδεικνύονται οι πολιτιστικές αλληλεπιδράσεις επιστήμης και κοινωνίας και συγκεκριμένα ο τρόπος που η επιστήμη διαμορφώνει την αντίληψη που έχουμε για τον κόσμο γύρω μας. Με αφετηρία την ιστορία των φυσικών επιστημών, και τον τρόπο που αυτή έχει εκφραστεί μέσα από το θέατρο, στην περίπτωση της συμβολής του Γαλιλαίου στο ξεπέραςμα της αντίληψης ότι ο ήλιος κινείται γύρω από τη γη και στην αποδοχή της αντίληψης ότι η γη κινείται γύρω από τον ήλιο, αναδεικνύεται η αλληλεπίδραση επιστήμης και πολιτισμού, ο τρόπος που η επιστήμη και η εκκλησία συγκρούστηκαν ή συνεργάστηκαν, ο τρόπος που η αλλαγή αυτή γέννησε στο μυαλό των ανθρώπων την αμφισβήτηση απέναντι σε οτιδήποτε θεωρούνταν μέχρι στιγμής δεδομένο από το Θεό, μέχρι τους άρχοντες ως εκφραστές της εξουσίας και τη σχέση άνδρα και γυναίκας. Η πρόταση αυτή έχει υλοποιηθεί στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μελλοντικών δασκάλων στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Λέξεις Κλειδιά: διδασκαλία φυσικών επιστημών, φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του

## Galileo, Brecht and Science for All Citizens

Fanny Seroglou, Aristotle University of Thessaloniki, seroglou@eled.auth.gr

Conference Theme: History of Science, Attitudes and perceptions of Science Teachers, Education of Science Teachers

Educational Level: Primary School

Paper Classification: Tertiary Education

**Abstract:** History of science meets theatre in order to overcome the traditional borders of science lessons and to point out the interrelation of science with a variety of topics (beyond the world and the language of science) that interest teachers and pupils today. Through the study in the classroom of Bertolt Brecht's play 'The life of Galileo' the cultural interrelations of science and society are pointed out and especially the way science affects our perception of the world around us. Taking as a starting point history of science and the way it has been expressed in theatre, in the case of Galileo's contribution to overcoming the idea that the sun moves around the earth and accepting the idea that the earth moves around the sun, the following topics are raised for discussion: the interrelation between science and culture, the way that science and religion have come either to a conflict or to an understanding through time, the way that this change concerning the movements of sun and earth has initiated in the minds of people doubt towards anything taken for granted till then from God to the aristocrats as symbols of power and to the relation between men and women. This proposal has been designed and carried out in the context of student-teacher education at the School of Education at the Aristotle University of Thessaloniki.

Keywords: teaching science, science for all citizens, theatre, culture, interrelation of science and society

## A. - Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια πρόταση για μια διδασκαλία των φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη. Η πρόταση αυτή έχει υλοποιηθεί στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μελλοντικών δασκάλων στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για μια τρισδιάστατη γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών η οποία στοχεύει σε μία εκπαίδευση για όλους και ξεπερνά τα παραδοσιακά όρια των μαθημάτων φυσικών επιστημών, ενώ ταυτόχρονα διαχέεται και αλληλεπιδρά με μια ποικιλία από θέματα (πέρα από τον κόσμο και τη γλώσσα των φυσικών επιστημών) που ενδιαφέρουν εκπαιδευτικούς και μαθητές σήμερα.

Στο πλαίσιο αυτό η διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν αφορά την εκπαίδευση σε μαθηματικοποιημένες φυσικές επιστήμες χρήσιμες μόνο σε αυτούς που σκοπεύουν να γίνουν φυσικοί, χημικοί, μηχανικοί κτλ. (δηλαδή σε λίγους), αλλά γίνεται εργαλείο για να αναπτυχθούν γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες εφαρμόσιμες σε διαφορετικά πεδία γνώσης και εμπειρίας, για να αναδειχθούν οι αλληλεπιδράσεις της επιστήμης με την κοινωνία που διαμορφώνουν και διαμορφώθηκαν από τον πολιτισμό, την ηθική, την πολιτική, την τεχνολογία καθώς και για να καλλιεργηθούν στάσεις και συμπεριφορές που συμπληρώνουν το προφίλ του σύγχρονου ενεργού πολίτη.

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη στοχεύει στο ξεπέρασμα ενός διπλού 'επιστημονικού αποκλεισμού'. Οι φυσικές επιστήμες παύουν να παρουσιάζονται επιστημονικά αποκλεισμένες από τα υπόλοιπα πεδία γνώσης και ξεκομμένες από τον πολιτισμό, την ηθική, την πολιτική, την τεχνολογία, την οικονομία καθώς και άλλες περιοχές που συνθέτουν και καθορίζουν τη μορφή της σύγχρονης κοινωνίας. Τα προτεινόμενα θέματα φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη εντάσσουν τις φυσικές επιστήμες στο ευρύτερο πλαίσιο γνώσης για τη σφαιρική εικόνα του σύγχρονου κόσμου και ενθαρρύνουν την καλλιέργεια του μελλοντικού πολίτη στην καινοτομία και την αλλαγή που χαρακτηρίζουν τη σύγχρονη μεταβιομηχανική κοινωνία (Bevilacqua & Giannetto 1996). Ο νέος αυτός προσανατολισμός της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες δημιουργεί τις προϋποθέσεις για να παρέχει κίνητρα και να διαμορφώσει θετική στάση απέναντι στη μάθηση των φυσικών επιστημών σε όλους τους μαθητές ξεπερνώντας τον προγενέστερο αποκλεισμό από τη μάθηση στις φυσικές επιστήμες μια μεγάλης μερίδας μαθητών στους οποίους είναι αδιάφορα τα παραδοσιακά θέματα φυσικών επιστημών μια και δεν πρόκειται να ασχοληθούν με ειδικά θέματα φυσικών επιστημών στα πλαίσια του μελλοντικού τους επαγγέλματος.

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη δεν έχει ως αυτοσκοπό τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αλλά χρησιμοποιεί επιλεγμένα θέματα φυσικών επιστημών προκειμένου να αναπτύξει στους μαθητές δεξιότητες χρήσιμες στη μάθηση γενικά, στη διαχείριση γνώσεων και πληροφοριών ανεξάρτητα από το πεδίο από το οποίο προέρχονται, στην λήψη αποφάσεων για μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

Τα παραπάνω αποτελούν το πλαίσιο σχεδιασμού και υλοποίησης ενός εξαμηνιαίου μαθήματος που διδάσκεται από τον Μάρτη του 2001 στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με τίτλο «Φυσικές Επιστήμες για την Εκπαίδευση του Πολίτη» (Σέρογλου 2000) και βρίσκονται σε συμφωνία με τη διεθνή τάση για επιστημονικό αλφαριθμητισμό: Science for All, Science for Citizenship, Scientific Literacy etc. (NSTA 1982, NCC 1988, AAAS 1989, Crick 2001). Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα από τα εργαστήρια του παραπάνω μαθήματος στο οποίο η ιστορία των φυσικών επιστημών και το θέατρο συναντιούνται.

## **B. - Το θέατρο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών**

Μέσα από τη μελέτη στην τάξη του θεατρικού έργου του Bertolt Brecht «Η ζωή του Γαλιλαίου» αναδεικνύονται οι πολιτιστικές αλληλεπιδράσεις επιστήμης και κοινωνίας και συγκεκριμένα ο τρόπος που η επιστήμη διαμορφώνει την αντίληψη που έχουμε για τον κόσμο γύρω μας (Brecht 1991). Μια επιστημονική θεωρία μπορεί αρχικά να θεωρηθεί ότι αφορά και επηρεάζει τις εξελίξεις μέσα στο γνωστικό της πεδίο. Οι επιστημονικές θεωρίες και οι επιστημονικές ανακαλύψεις όμως αποτελούν κοινωνικά γεγονότα με κοινωνικές προεκτάσεις (Humby & James 1942). Έτσι επηρεάζουν την κοινωνία στο σύνολό της. Οι επιστημονικές θεωρίες καθώς αλλάζουν, παρέχουν στους πολίτες μια διαφορετική ματιά απέναντι στα προβλήματα και τα θέματα που τους απασχολούν, επηρεάζοντας έτσι τον πολιτισμό και αναδιαμορφώνοντας τις κοινωνικές δομές. Με αφετηρία την ιστορία των φυσικών επιστημών, και τον τρόπο που αυτή έχει εκφραστεί μέσα από το θέατρο, στην περίπτωση της συμβολής του Γαλιλαίου στο ξεπέρασμα της αντίληψης ότι ο ήλιος κινείται γύρω από τη γη και στην αποδοχή της αντίληψης ότι η γη κινείται γύρω από τον ήλιο, αναδεικνύεται η αλληλεπίδραση επιστήμης και πολιτισμού, ο τρόπος που η επιστήμη και η εκκλησία συγκρούστηκαν ή συνεργάστηκαν, ο τρόπος που η αλλαγή αυτή γέννησε στο μυαλό των ανθρώπων την αμφισβήτηση απέναντι σε οτιδήποτε θεωρούνταν μέχρι στιγμής δεδομένο από το Θεό, μέχρι τους άρχοντες ως εκφραστές της εξουσίας και τη σχέση άνδρα και γυναίκας.

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της πρότασης αυτής με τους φοιτητές-δασκάλους γίνεται μια πρώτη ανάγνωση μέσα στην τάξη επιλεγμένων κειμένων από το θεατρικό έργο του Bertolt Brecht «Η ζωή του Γαλιλαίου» (Brecht 1991). Έχει επιλεγεί αυτή η πρακτική της πρώτης ανάγνωσης γιατί είναι πολύ πιο απλή από το ανέβασμα ενός ολόκληρου θεατρικού έργου και εύκολα εφαρμόσιμη χωρίς ιδιαίτερη προετοιμασία στην τάξη από τους μελλοντικούς δασκάλους στην περίπτωση που θέλουν να την υιοθετήσουν και να την εφαρμόσουν στη συνέχεια με τους μαθητές τους. Άλλωστε η πρώτη ανάγνωση ενός θεατρικού έργου είναι μια από τις αρχικές φάσεις στο ανέβασμα μιας παράστασης στο χώρο του θεάτρου. Όλοι οι συντελεστές της παράστασης συναντιούνται, μοιράζονται οι ρόλοι και οι ηθοποιοί διαβάζουν-ερμηνεύουν για πρώτη φορά τους ρόλους τους με την καθοδήγηση του σκηνοθέτη. Στην τάξη αντίστοιχα μοιράζονται οι ρόλοι και οι φοιτητές-δάσκαλοι με την καθοδήγηση του διδάσκοντα διαβάζουν-ερμηνεύουν για πρώτη φορά τους ρόλους τους. Επειδή οι ρόλοι συνήθως είναι λιγότεροι από το σύνολο των φοιτητών, ένας σημαντικός αριθμός φοιτητών παίζει το ρόλο του κοινού που παρακολουθεί αλλά και σχολιάζει το έργο κατά τη διάρκεια της πρώτης αυτής ανάγνωσης. Περίπου 20 φοιτητές-δάσκαλοι συμμετέχουν σε κάθε εφαρμογή του εργαστηρίου αυτού στα πλαίσια της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών για την εκπαίδευση του πολίτη. Μέχρι στιγμής το εργαστήριο αυτό έχει πραγματοποιηθεί σε συνολικό πληθυσμό 167 φοιτητών-δασκάλων.

Τα κείμενα τα οποία διαβάζονται στα πλαίσια της πρώτης αυτής ανάγνωσης είναι ένα μέρος από την πρώτη σκηνή του έργου όπου ο Γαλιλαίος συζητά με τον μικρό Αντρέα το γιο της οικονόμου του, της κ. Σάρτι, για το νέο κοσμικό σύστημα του Κοπέρνικου σύμφωνα με το οποίο η γη κινείται γύρω από τον ήλιο και τις αλλαγές που φέρνει στην κοινωνία της εποχής, καθώς και ένα μέρος από τη δέκατη σκηνή του θεατρικού όπου δέκα χρόνια μετά η ιδέα αυτή του Γαλιλαίου έχει διαδοθεί στο λαό και ένα ζευγάρι σαλτιμπάγκων τραγουδά και σατυρίζει τις ιδέες του Γαλιλαίου για την κίνηση της γης και τις αλλαγές που φέρνουν στον τρόπο που οι

άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον κόσμο και την κοινωνία γύρω τους. Τα κείμενα αυτά αποτελούν την αφετηρία για ομαδική δουλειά με φύλλα εργασίας όπου οι φοιτητές ασχολούνται με τις ακόλουθες δραστηριότητες:

**Δραστηριότητα 1:** Διαβάστε προσεκτικά το απόσπασμα από το θεατρικό έργο του Μπέρτολτ Μπρέχτ με τίτλο «Η ζωή του Γαλιλαίου» (σελ. 11-18). Στη συνέχεια συζητήστε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

1. Πώς αντιλαμβάνονταν τη θέση της γης στο σύμπαν οι άνθρωποι μέχρι την εποχή του Γαλιλαίου;
2. Ποια είναι η καινούργια αντίληψη για τη θέση της γης στο σύμπαν που υποστηρίζει ο Γαλιλαίος;
3. Σχολιάστε την τελευταία φράση της κ. Σάτρι στη σελίδα 16.

**Δραστηριότητα 2:** Με ποιές άλλες αλλαγές στις αντιλήψεις των ανθρώπων συσχετίζει το ξεπέραςμα της ιδέας ότι η γη είναι το κέντρο του κόσμου τόσο ο Γαλιλαίος στο μονόλογό του στις σελίδες 12-15 όσο και ο λαϊκός τραγουδιστής και η γυναίκα του στις σελίδες 108-112;

**Δραστηριότητα 3:** Θα χρησιμοποιούσατε τα παραδείγματα που αναφέρει ο Γαλιλαίος στον Αντρέα μέσα στην τάξη για να πείσετε τους συμφοιτητές σας (ή μελλοντικά τους μαθητές σας) ότι η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο;

Στη συνέχεια ακολουθεί συζήτηση όπου κάθε ομάδα εκθέτει τις απόψεις της σχετικά με τα παραπάνω ερωτήματα. Μερικές ενδεικτικές απαντήσεις των φοιτητών παρουσιάζονται παρακάτω:

Στην πρώτη ερώτηση της Δραστηριότητας 1 μια ομάδα φοιτητών απαντά:

«Η κοινή αντίληψη των ανθρώπων ήταν ότι ο ήλιος κινείται γύρω από τη γη κι όχι η γη γύρω από τον ήλιο. Μ' άλλα λόγια πίστευαν ότι η γη είναι το κέντρο του σύμπαντος. Επίσης θεωρούσαν ακόμη ότι η γη είναι επίπεδη και όχι σφαιρικού σχήματος».

Μέσα από τη συζήτηση αναδεικνύονται ανάλογες αρχικές απόψεις των φοιτητών-δασκάλων αλλά καθώς η συζήτηση γίνεται πάνω στο θεατρικό και στον τρόπο που αντιλαμβάνονταν οι άνθρωποι (ακόμα και οι επιστήμονες της εποχής) τον κόσμο στο παρελθόν, οι φοιτητές με ανάλογες απόψεις δεν έρχονται σε δύσκολη θέση αλλά αντίθετα αυξάνεται η αυτοεκτίμησή τους μια και οι ιδέες τους συμφωνούν με τις ιδέες των επιστημόνων στην ιστορία της επιστήμης και είναι πιο φιλική η μετάβασή τους προς την υιοθέτηση των σήμερα αποδεκτών επιστημονικών πεποιθήσεων. Έτσι στη δεύτερη ερώτηση της Δραστηριότητας 1 απαντούν:

«Η νέα αντίληψη ήταν ότι η γη γυρίζει γύρω από τον ήλιο και ότι ο ήλιος και η γη είναι συστατικά του σύμπαντος. Επίσης, υποστήριξε ότι η γη δεν είναι το κέντρο του σύμπαντος αλλά ότι υπάρχουν άπειρα κέντρα σ' αυτό».

Στην τρίτη ερώτηση της Δραστηριότητας 1 οι φοιτητές συζητούν τον τρόπο που οι νέες ιδέες του Γαλιλαίου (και του Κοπέρνικου) έφεραν την επιστήμη και την εκκλησία σε σύγκρουση. Για παράδειγμα μια ομάδα φοιτητών αναφέρει:

«Όπως φαίνεται από τα λόγια της κ. Σάτρι οι απόψεις που επικρατούσαν για το φυσικό κόσμο είχαν ντυθεί θρησκευτικό μανδύα και θεωρούνταν δογματικές και αδιαμφισβήτητες. Οποιαδήποτε νέα ιδέα εμφανιζόταν κρίνονταν επικίνδυνη και αντίθετη με τη μία και μοναδική θρησκευτική αλήθεια. Για το λόγο αυτό υπήρχε και η Ιερά Εξέταση, σκοπός της οποίας ήταν η καταστολή όποιας τέτοιας ιδέας». Με αφετηρία τους σχολιασμούς των φοιτητών πραγματοποιείται συζήτηση για τη σχέση επιστήμης και θρησκείας.

Στη Δραστηριότητα 2 οι φοιτητές επισημαίνουν τις αλλαγές στις αντιλήψεις των ανθρώπων που πυροδοτούνται από την ιδέα ότι η γη κινείται γύρω από τον ήλιο και σχολιάζουν:

«Οι άνθρωποι παύουν πλέον να είναι παθητικοί και να αποδέχονται όσα ίσχυαν μέχρι τότε άκριτα. Αρχίζουν να αναζητούν νέες αλήθειες και να αμφισβητούν τις μέχρι τότε αντιλήψεις... Μέσω της παρατήρησης και της συζήτησης αναζητούν πιο πρακτικές λύσεις για τα καθημερινά τους προβλήματα. Αρχίζουν να ανακαλύπτουν την αστρονομία και να αναθεωρούν τις απόψεις τους για το σύμπαν. Όσον αφορά τις κοινωνικές σχέσεις των ανθρώπων δημιουργούνται νέες αντιλήψεις για τις σχέσεις απόμων-εξουσίας. Δηλ. εξαπλώνεται η κοινωνική αναταραχή σε όλη την Ευρώπη παράλληλα με τις αμφισβητήσεις του μυαλού σε σχέση με το φυσικό κόσμο. Παρατηρείται με άλλα λόγια ότι ταυτόχρονα με την ανάπτυξη και διάδοση της επιστήμης ανοίγονται και οι πνευματικοί ορίζοντες των μελών της εκάστοτε κοινωνίας ώστε να προσανατολίζονται στην οικοδόμηση νέων κοινωνιών πάνω σε νέες βάσεις».

Μια άλλη ομάδα φοιτητών υποστηρίζει:

«Οι άνθρωποι άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι ο κόσμος είναι μεγαλύτερος, υπάρχουν και άλλοι χώροι όπου μπορούν να πάνε. Έτσι, όπως τα καράβια σεργιανίζουν σε μεγαλύτερες θάλασσες, έτσι και τα αστέρια αλλά και η γη σεργιανίζουν στο διάστημα».

Ο τραγουδιστής φέρνει σαν παράδειγμα τους ανθρώπους που πιστεύουν ότι καθένας περιστρέφεται γύρω από αυτόν που είναι πιο ισχυρός... Με το ξεπέραςμα της ιδέας αυτής αλλάζουν οι σχέσεις μεταξύ γυναικών και ανδρών, εργοδοτών και εργαζομένων κ.τ.λ.».

Μια τρίτη ομάδα φοιτητών σχολιάζει τα ακόλουθα:

«Το ξεπέραςμα της ιδέας ότι η γη είναι το κέντρο του κόσμου ο Γαλιλαίος το συσχετίζει με τις ακόλουθες αλλαγές στις αντιλήψεις των ανθρώπων:

- αμφισβήτηση της κοινωνικής ιεραρχίας. Δηλ. όσο βαθιά ριζωμένη ήταν η αντίληψη του γαιοκεντρικού συστήματος στις συνειδήσεις των ανθρώπων εξίσου ριζωμένη ήταν η κοινωνική διαστρωμάτωση. Με την ανατροπή της μιας αντίληψης ανατρέπεται και η άλλη.
- τάση για κριτική σκέψη και έρευνα

- αμφισβήτηση της μέχρι τότε φύσης της επιστήμης και του περιεχομένου της και τάση για εξακρίβωση μέσα από την προσωπική εμπειρία

- μετατροπή της επιστήμης σε κοινωνικό αγαθό για όλους τους πολίτες»

Στην Δραστηριότητα 3 οι φοιτητές συζητούν εάν θα χρησιμοποιούσαν κάποια παραδείγματα που αναφέρει ο Γαλιλαίος στην τάξη. Ο Γαλιλαίος μεταφέρει τον Αντρέα πάνω σε μια καρέκλα γύρω από το νιπτήρα του για να τον πείσει ότι καθισμένος πάνω στην καρέκλα (όπως και πάνω στη γη) δεν αντιλαμβάνεται την κίνησή της και ότι όταν κινείται αυτός πάνω στη καρέκλα γύρω από τον ήλιο-νιπτήρα το αποτέλεσμα είναι να τον βλέπει μια στα αριστερά και μια στα δεξιά του. Επίσης καρφώνοντας ένα κομματάκι ξύλο σε ένα μήλο και περιστρέφοντάς το ο Γαλιλαίος εξηγεί στον Αντρέα πώς γίνεται η γη να γυρνάει και εμείς ποτέ να μη νιώθουμε ότι βρισκόμαστε ανάποδα. Έτσι οι φοιτητές υποστηρίζουν ότι:

«Τα παραδείγματα του Γαλιλαίου θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μέσα σε μια σχολική τάξη ως παραδείγματα για τους εξής λόγους:

1. Οι απαντήσεις είναι διατυπωμένες απλά, χωρίς σύνθετους και δυσνόητους ορισμούς ή κανόνες.
2. Τα φαινόμενα και τα παραδείγματα που χρησιμοποιεί πηγάζουν από τη φυσική απορία, που προέρχεται από την απλή παρατήρηση καθημερινών πραγμάτων/φαινομένων και εξηγούνται μέσα από αυτά.
3. Τα υλικά των παραδειγμάτων είναι τέτοια που βρίσκονται παντού. Είναι απλά και προσιτά στον καθένα. Επίσης γι' αυτό το λόγο είναι απαλλαγμένα από μυστηριώδεις ιδιότητες/δυνάμεις, στις οποίες θα μπορούσαν να αποδοθούν τα αποτελέσματα των παραδειγμάτων.
4. Είναι κατάλληλα να κινήσουν το ενδιαφέρον των παιδιών, ώστε να το προσέξουν και περισσότερο».

Μια δεύτερη ομάδα φοιτητών σχολιάζει:

«Θα χρησιμοποιούσαμε το παράδειγμα με την καρέκλα για να δείξουμε πως η πορεία του ήλιου από την ανατολή προς τη δύση (αριστερά και δεξιά) δεν σημαίνει απαραίτητα ότι οφείλεται μόνο στη δική του κίνηση, αλλά μπορεί να οφείλεται στην κίνηση της γης (στο παράδειγμα με την καρέκλα, στην κίνηση του παρατηρητή).

Αντίστοιχα το παράδειγμα με το μήλο προσθέτει ένα ακόμα στοιχείο για την κατανόηση της περιστροφής της γης και την έννοια της βαρύτητας η οποία δεν μας επιτρέπει να πέφτουμε καθώς αυτή γυρίζει».

Στη συνέχεια οι φοιτητές-δάσκαλοι προτείνουν τρόπους μετασχηματισμού των παραπάνω δραστηριοτήτων για εφαρμογή στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στους μελλοντικούς μαθητές τους. Μια ενδιαφέρουσα παραλλαγή της παραπάνω πρότασης είναι να μελετηθεί ολόκληρο το έργο κατά τη διάρκεια μιας σχολικής χρονιάς και οι μαθητές να παρουσιάσουν τη θεατρική αυτή παράσταση στο τέλος της χρονιάς. Έτσι η συζήτηση πάνω στα παραπάνω άλλα και σε μια σειρά από άλλα θέματα που αφορούν τις φυσικές επιστήμες, τις αλληλεπιδράσεις επιστήμης και κοινωνίας και τη φύση των επιστημονικών θεωριών πραγματοποιείται στις πρόβες του έργου μέσα στα πλαίσια ενός καθαρά πολιτιστικού γεγονότος γεφυρώνοντας το φαινομενικό χάσμα επιστήμης και κουλτούρας.

## Γ. - Συζήτηση

Η πρόταση που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή για τον τρόπο που το θέατρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών πραγματοποιείται στο πλαίσιο μιας τρισεπίστατης γνωστικής, μεταγνωστικής και συναισθηματικής προσέγγισης της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών (Seroglou & Koumaras 2001). Η γνωστική διάσταση αφορά τη γνώση, η μεταγνωστική διάσταση αφορά τη φύση της γνώσης και τη διαχείριση της γνώσης στην κοινωνία και η συναισθηματική διάσταση αφορά τις στάσεις που διαμορφώνει η γνώση αυτή. Στην παρούσα πρόταση στη γνωστική διάσταση παρουσιάζεται η κίνηση της γης γύρω από τον ήλιο (γνώση). Στη μεταγνωστική διάσταση αναδεικνύεται τόσο η εξελικτική φύση των επιστημονικών θεωριών οι οποίες αποτελούν νοητικές κατασκευές και όχι απόλυτες αλήθειες (φύση της γνώσης), όσο και ο τρόπος που επιστήμη αλληλεπιδρά με τον πολιτισμό τη θρησκεία και τις κοινωνικές δομές (διαχείριση της γνώσης στην κοινωνία). Στη συναισθηματική διάσταση καλλιεργείται μια στάση αμφισβήτησης απέναντι στα καθιερωμένα, μια θετική στάση απέναντι στην αλλαγή και την καινοτομία καθώς και μη-ταξική και μη-σεξιστική στάση (στάσεις που διαμορφώνει η γνώση).

Οι φοιτητές-δάσκαλοι που έχουν μέχρι στιγμής παρακολουθήσει το εργαστήριο αυτό που περιγράφεται στην παρούσα εργασία αρχικά δείχνουν έκπληξη για την εμπλοκή του θεάτρου στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αλλά στη συνέχεια συμμετέχουν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι φοιτητές-δάσκαλοι δείχνουν εμπιστοσύνη στην ικανότητά τους να διαχειριστούν ανάλογα θέματα στην τάξη (ακόμα και να ανεβάσουν όλο το θεατρικό έργο με τους μαθητές τους) και γι' αυτούς η διαθεματικότητα της προσέγγισης είναι ευπρόσδεκτη και δίνει λύση στο συνδυασμό των διαφορετικών πεδίων που ούτως ή άλλως έχουν να διδάξουν στους μαθητές τους (φυσικές επιστήμες - ιστορία - θέατρο - κοινωνικές δομές - θρησκεία).

Η παρούσα πρόταση μπορεί να είναι η αφορμή για μια σειρά από θέματα έρευνας. Θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί η εφαρμογή σε σχολική τάξη του εργαστηρίου αυτού με πρώτη ανάγνωση αποσπασμάτων του θεατρικού έργου, εργασία σε ομάδες και συζήτηση. Επίσης η μελέτη των αντιδράσεων των μαθητών κατά το ανέβασμα όλου του θεατρικού έργου στη διάρκεια μιας σχολικής χρονιάς θα έδινε ενδιαφέρουσες πληροφορίες για τον τρόπο που οι πρόβες ενός θεατρικού μπορεί να αποτελέσουν πεδίο συζήτησης για θέματα φυσικών επιστημών.

#### **Δ.- Βιβλιογραφία**

- American Association for the Advancement of Science (AAAS): 1989, *Project 2061: Science for All Americans*, AAAS, Washington, D.C.
- Bevilacqua, F. & Giannetto, E.: 1996, 'The History of Physics and European Physics Education', *Science & Education*, **5**(3), 235-246.
- Brecht, B.: 1991, *Η Ζωή του Γαλιλαίου*. Μετάφραση Σπύρου Α. Ευαγγελάτου. Ερμής. Αθήνα.
- Crick, B.: 2001, 'Citizenship and Science; Science and Citizenship', *School Science Review*, September 2001, 83 (302), 33-38.
- Humby, S. R. & James, E. J. F.: 1942, *Science and Education*, Cambridge University Press.
- National Curriculum Council (NCC): 1988, *Science in the National Curriculum*, NCC, York.
- National Science Teachers Association (NSTA): 1982, *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980's*, NSTA, Washington.
- Seroglou, F. & Koumaras, K.: 2001, 'The Contribution of the History of Physics in Physics Education: A Review', *Science & Education*, **10**(1-2), 153-172.
- Σέρογλου, Φ.: 2001, *Φυσικές επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*. Σημειώσεις. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.