

# Η διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών

Φανή Σέρογλου και Agustin Aduriz-Bravo

## Τι χάνουμε από την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες;

Όταν εστιάζουμε μόνο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και ειδικότερα στη γνωσιακή διάσταση της μάθησης χάνουμε ένα μεγάλο κομμάτι της εικόνας των φυσικών επιστημών που είναι ενδιαφέρον, μας αφορά και δίνει νόημα στις αφηρημένες έννοιες συνδέοντάς τες με τον πολιτισμό, την κοινωνία και την ανθρώπινη ιστορία. Η σχολική αποτυχία στις φυσικές επιστήμες και η παραίτηση παιδιών, εφήβων και ενηλίκων από την μάθηση στις φυσικές επιστήμες είναι αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών (Angell et al 2004, Carlone 2003, Kortemeyer 2007, Logan & Skamp 2008, OECD 2006). Μια απάντηση στο φαινόμενο αυτό μπορεί να αποτελέσει η διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών και η παράλληλη εστίαση στη μεταγνωσιακή και στη συναισθηματική διάσταση της μάθησης αλλάζοντας την εικόνα και το περιβάλλον των φυσικών επιστημών, χτίζοντας γέφυρες ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες, την κοινωνία και τον πολιτισμό και ανοίγοντας την επιστήμη μαθησιακά στο ευρύ κοινό όλων των ηλικιών ενθαρρύνοντας τον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες.

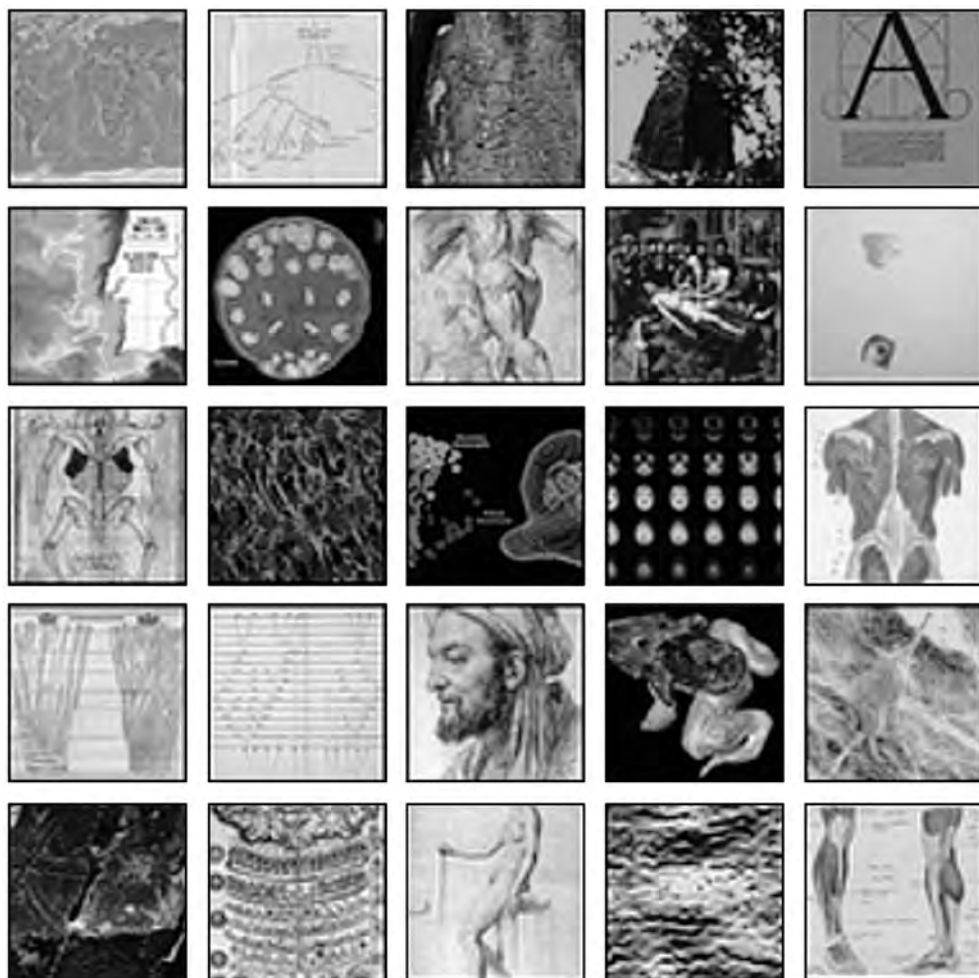
Οι φυσικές επιστήμες για πάρα πολλά χρόνια διδάσκονται στην πρωτοβάθμια, τη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση ως μια τεχνοκρατική και μαθηματικοποιημένη ερμηνεία του κόσμου που απευθύνεται και αποσκοπεί στη δημιουργία και διατήρηση μιας ελίτ ειδικών επιστημόνων, καταρτισμένων σε βάθος, εξειδικευμένων και πλήρως αποκομμένων από την καθημερινότητα, τον πολιτισμό, την κοινωνία αλλά και μεταξύ τους κατακερματισμένων σε μια σειρά από πεδία μελέτης και ειδικότητες.

Έρευνες που έχουν γίνει σε πολλές χώρες του κόσμου, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι φυσικές επιστήμες που διδάσκονται όλα αυτά τα χρόνια σε χιλιάδες σχολεία, γυμνάσια, λύκεια και πανεπιστήμια αφορούσαν και συνεχίζουν να αφορούν μόλις το 1% του πληθυσμού. Κάθε εκπαιδευτικός που διδάσκει φυσικές επιστήμες σε ένα δημοτικό σχολείο τα τελευταία τουλάχιστον 80 χρόνια, επικοινωνεί στους μαθητές και τις μαθήτριες του γνώσεις οι οποίες αφορούν μόλις 1 στα 100 παιδιά που μπαίνουν στο πέραςμα του χρόνου στις τάξεις του. Φυσικά, η κατάσταση αυτή εξυπηρετούσε μια πολιτική σκοπιμότητα που γεννήθηκε από το σοκ που προκάλεσε στον τότε *δυτικό κόσμο* η εκτόξευση του Σπούτνικ, του πρώτου δορυφόρου που τέθηκε σε τροχιά γύρω από τη Γη από την Σοβιετική Ένωση και οδήγησε σε μία κούρσα μεταξύ των διαφόρων χωρών για πρωτιά στην επιστημονική και τεχνολογική εξειδίκευση και τεχνογνωσία.

Τα τελευταία όμως 40 χρόνια η κούρσα αυτή έχει επιβραδυνθεί και σε πολλές περιπτώσεις έχει λήξει. Πολλές χώρες στον κόσμο, η μια μετά την άλλη αναζητούν νέους τρόπους να διδάξουν φυσικές επιστήμες αλλά και νέους τρόπους να δουν τις φυσικές επιστήμες και να τις παρουσιάσουν στους μαθητές και τις μαθήτριες προκειμένου αυτά που συμβαίνουν και συζητιούνται σε μια τάξη των φυσικών επιστημών να αφορούν το 100% των παιδιών, όλους τους μαθητές και όλες τις μαθήτριες. Ο εναλλακτικός αυτός τρόπος θέασης και παρουσίασης των φυσικών επιστημών από πολλούς αποκαλείται *η συνολική εικόνα των φυσικών επιστημών* και πρόκειται για μια ενεργή *αναπλαισίωση* των φυσικών επιστημών ως επιστημονικού κλάδου, ως αντικειμένου διδασκαλίας και ως δημόσιας εικόνας προς το ευρύ κοινό.

Σαν επιστημονικός κλάδος οι φυσικές επιστήμες αναπλαισιώνονται από τη στιγμή που οι διεπιστημονικές γέφυρες στην έρευνα δίνουν επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές χρήσιμες στην ίδια την κοινωνία, περισσότερο απ' ό τι οι εξειδικευμένες εις βάθος έρευνες που προάγουν κύρια ένα πολύ συγκεκριμένο πεδίο γνώσεων χρήσιμο πολλές φορές μόνο για μια μικρή ομάδα ειδικών ερευνητών (Basalla 1968).

Τα τελευταία 50 χρόνια η έρευνα στις φυσικές επιστήμες κάνει αυτά τα θαυραλέα βήματα προς την εξέλιξη διεπιστημονικών θεωριών που οδηγούν σε επιστημονικά και τεχνολογικά προϊόντα που θα ήταν αδύνατα εάν διαφορετικοί επιστημονικοί κλάδοι δεν συναντιούνταν και οι ερευνητές και οι ερευνήτριες αυτών των χώρων δεν συνεργάζονταν ορίζοντας νέους διεπιστημονικούς τρόπους. Για παράδειγμα, η πυρηνική ιατρική είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο που στόχο έχει την παραγωγή θεωριών και πρακτικών για την βελτίωση της υγείας των πολιτών αλλά που για να υπάρξει χρειάζεται τη συμβολή επιστημονικών γνώσεων και ανθρώπινου δυναμικού τόσο από την περιοχή της φυσικής όσο και από την περιοχή της ιατρικής. Και φυσικά δεν γίνεται να μην αναφερθεί εδώ ως παράδειγμα το διεπιστημονικό πεδίο της διδακτικής των φυσικών επιστημών, όπου οι φυσικές επιστήμες, η παιδαγωγική, η ψυχολογία αλλά και οι επιστήμες των ψηφιακών μέσων (καθώς διανύουμε πια την εποχή της ψηφιακής μάθησης) συναντιούνται



*Η συνολική εικόνα των φυσικών επιστημών*

για να παράγουν θεωρίες και μεθοδολογικά εργαλεία για την μελέτη της διδασκαλίας και μάθησης των φυσικών επιστημών με στόχο τη βελτίωση της παιδείας των πολιτών.

Η αναπλαισίωση των φυσικών επιστημών ως αντικειμένου διδασκαλίας επιχειρείται από το 1982 σε πολλές χώρες του κόσμου μέσα από έρευνες στη διδακτική των φυσικών επιστημών, μέσα από τον σχεδιασμό και την εφαρμογή αναλυτικών προγραμμάτων και μέσα από αξιολογικές εφαρμογές στις σχολικές τάξεις. Η αποτυχία στην εκπαίδευση των πολιτών στις φυσικές επιστήμες του παραδοσιακού μοντέλου διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που ήταν εμπνευσμένο από την εξειδίκευση και οδηγούσε στην εξειδίκευση επιβεβαιώθηκε και συνεχίζει να επιβεβαιώνεται μέσα από έρευνες τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό (Angell et al 2004, Carlone 2003, Kortemeyer 2007, Logan & Skamp 2008, OECD 2006).

Τα τελευταία 40 χρόνια, οι φυσικές επιστήμες όλο και πιο δυναμικά αρχίζουν να εντάσσονται μέσα στο ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο προκειμένου να διδαχθούν (Aikenhead 1997, Arons 1990, Trefil 1996, AAAS 1989). Επιλέγοντας ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο από τις φυσικές επιστήμες (έννοιες, θεωρίες, μοντέλα, ερμηνείες φαινομένων κτλ.) και τοποθετώντας το στο ευρύτερο πλαίσιο της ιστορίας και του πολιτισμού της ανθρωπότητας, οι φυσικές επιστήμες μετατρέπονται σε μια ενδιαφέρουσα αφήγηση που αποκαλύπτει όψεις του ποιοι είμαστε σήμερα και πως φτάσαμε στον συγκεκριμένο πολιτισμό του 21<sup>ου</sup> αιώνα (Adas 1989, Holton 1996, Wong et al. 2011). Οι φυσικές επιστήμες απομυθοποιούνται καθώς οι επιστήμονες και οι επιστημότισσες που δημιούργησαν τις επιστημονικές θεωρίες αποκτούν υπόσταση και αποκαλύπτεται η προσωπική τους διαδρομή, το κοινωνικό περιβάλλον, οι φιλοσοφικές τους θέσεις που αποτέλεσαν έμπνευση για την έρευνά τους, οι οικονομικοί και πολιτικοί παράμετροι που διαμόρφωσαν την εποχή τους και που τους ενέπλεξαν σε τοπικές ή παγκόσμιες ιστορικές εξελίξεις. Το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών που εμφανίζεται για διδασκαλία μέσα στην τάξη αποκτά νόημα και ενδιαφέρον γιατί εντάσσεται στην ευρύτερη εικόνα της ιστορίας και της εξέλιξης των φυσικών επιστημών, αλλά και στην συνολική εικόνα του πολιτισμού μας.

Η δημόσια εικόνα των φυσικών επιστημών εξελίσσεται και αυτή τα τελευταία χρόνια, αν και με πιο βραδύ ρυθμό. Ερευνητές από το χώρο της διδακτικής των φυσικών επιστημών τα τελευταία 15 χρόνια μελετούν όλο και πιο συστηματικά τον τρόπο που οι φυσικές επιστήμες παρουσιάζονται από τα μέσα μαζικής επικοινωνίας. Για ολόκληρο τον εικοστό αιώνα η θετικιστική εικόνα των φυσικών επιστημών που άλλωστε καλλιέργησε και οδήγησε στην κυριαρχία της έρευνας και της διδασκαλίας με στόχο την εξειδίκευση, έχει επικρατήσει στον τρόπο που τα μέσα μαζικής ενημέρωσης προβάλλουν τις φυσικές επιστήμες (ιδέες, άνθρωποι, μεθόδους από τον χώρο των φυσικών επιστημών).

Οι φυσικές επιστήμες σε έναν σημαντικό βαθμό αποτέλεσαν μια νέα *θρησκεία*: οι επιστημονικές θεωρίες δεν αμφισβητούνται για την ορθότητά τους, οι εκφραστές τους φέρουν το *αλάθητο*, μια επιστημονική ελίτ υλοποιεί και εμπνέει έναν νέο δογματισμό. Όλη αυτή όμως η κατασκευασμένη εικόνα που προβάλλεται για περίπου 100 χρόνια στο ευρύ κοινό δεν αντανακλά τη φύση των φυσικών επιστημών: οι ερμηνείες των φυσικών επιστημών εξελίσσονται, αλλάζουν, βελτιώνονται, αντικαθιστούνται, έχουν έναν συγκεκριμένο χρόνο ζωής μέχρι νέα επιστημονικά δεδομένα να τις μετασχηματίσουν ή να τις απορρίψουν (Lederman 1992). Αυτή είναι και η πρόκληση για τους επιστήμονες και τις επιστημότισσες για να ερευνήσουν παραπέρα: όλοι οι δρόμοι είναι ανοιχτοί για να οδηγηθούμε στο καινούργιο (νέες θεωρίες, νέες ερμηνείες) και να αφήσουμε πίσω το παλιό (ξεπερασμένα θεωρητικά μοντέλα και ερμηνείες), για να αλλάξουμε τον κόσμο ή τουλάχιστον τον τρόπο που βλέπουμε τον κόσμο. Ταυτόχρονα οι δράσεις των επιστημόνων κουβαλούν και αντικατοπτρίζουν τις αξίες και τις στάσεις της κοινωνίας που τους φιλοξενεί, διαφορετικές στάσεις και αξίες μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικές μεθοδο-

λογίες και στόχους έρευνας και σίγουρα σε διαφορετικά ερευνητικά και τεχνολογικά προϊόντα.

Για να προβληθεί όμως από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης η φύση των φυσικών επιστημών με στόχο την δημόσια κατανόηση, θα πρέπει να προηγηθεί η εκπαίδευση των ανθρώπων που εργάζονται στα μέσα μαζικής ενημέρωσης, γεγονός που έχει ήδη υλοποιηθεί σε μεταπτυχιακά προγράμματα σπουδών στο εξωτερικό. Και φυσικά, για να διδαχθούν οι φυσικές επιστήμες ενταγμένες στο ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό τους πλαίσιο θα πρέπει να εκπαιδευθούν οι εκπαιδευτικοί σε αυτή την προσέγγιση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών και να μνηθούν σε αυτήν την *νέα κουλτούρα* για τις φυσικές επιστήμες που προϋποθέτει την εισαγωγή των εκπαιδευτικών σε όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών, αλλά και σε επιλεγμένες θεματικές από την ιστορία, τη φιλοσοφία και την κοινωνιολογία των φυσικών επιστημών (Wandersee 1990, Slezak 1994).

Αυτή η στροφή στην εκπαίδευση δεν είναι καθόλου εύκολο να πραγματοποιηθεί (Bartholomew et al. 2004, Bianchini et al. 2003, Wong et al. 2010). Είναι η πρώτη φορά εδώ και 100 χρόνια που ζητάμε από τους εκπαιδευτικούς σε ολόκληρο τον κόσμο να ξεπεράσουν και να αφήσουν πίσω τον τρόπο που διδάχθηκαν φυσικές επιστήμες, τον τρόπο που εκπαιδεύτηκαν να διδάξουν φυσικές επιστήμες και τον τρόπο που τις δίδαξαν για χρόνια μέχρι σήμερα. Αυτή η αλλαγή κουλτούρας για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι μια πρόκληση για τους ανθρώπους της εκπαίδευσης αλλά αποτελεί απαίτηση της σύγχρονης κοινωνίας για μια εκπαίδευση για όλους και όλες.

## **Το μοντέλο Γνώση – GNOSIS**

Κύρια φροντίδα όλων όσων ασχολούμαστε με την εκπαίδευση μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι να βοηθήσουμε και να ενθαρρύνουμε τους δασκάλους και τις δασκάλες να μεταβούν από την παραδοσιακή αντίληψη που έχουν για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών σε μια πιο σύγχρονη οπτική όπως αυτή εκφράζεται από την τρέχουσα έρευνα στη διδακτική των φυσικών επιστημών και από τις διεθνείς τάσεις στα αναλυτικά προγράμματα σήμερα – με άλλα λόγια, να διευκολύνουμε τη μετάβαση από μια διδασκαλία που με τον έναν ή τον άλλο τρόπο απλά *αναμεταδίδει* το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών σε μια διδασκαλία που καλλιεργεί τον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες για όλους και για όλες (Adúriz-Bravo 2005, Σέρογλου 2006, Piliouras et al. 2011, Seroglou et al. 2011). Αυτό σημαίνει, ότι εκτός από τη μάθηση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίσουν και να εκτιμήσουν τη φύση των φυσικών επιστημών (Matthews 1994).

Οι φυσικές επιστήμες επηρεάζουν τις ζωές όλων μας, μας προσφέρουν την τεχνολογία και διαμορφώνουν την αντίληψή μας για τον κόσμο. Επίσης θέτουν θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με τον τρόπο που εμείς οι άνθρωποι αλληλεπιδρούμε με τη φύση και το περιβάλλον. Καθώς οι φυσικές επιστήμες εξελίσσονται και αλλά-

ζουν τον κόσμο, κάθε γενιά δεν ψάχνει απλά για καινούργιες σύγχρονες απαντήσεις, αλλά επαναδιατυπώνει από την αρχή τα θεμελιώδη αυτά ερωτήματα. Και αυτή ακριβώς είναι η δυναμική των φυσικών επιστημών (Weinert 2005).

Εισάγοντας τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών τους προσφέρουμε κίνητρο, προοπτική και έμπνευση αρχικά για να μαθητεύσουν οι ίδιοι στις φυσικές επιστήμες και να εκτιμήσουν την επίδραση των φυσικών επιστημών στην κοινωνία και τον πολιτισμό, και στη συνέχεια για να καλωσορίσουν και να ενθαρρύνουν τους μαθητές και τις μαθήτριά τους να συμμετέχουν στη μάθηση στις φυσικές επιστήμες καθώς αυτές παρουσιάζονται ενταγμένες στο ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο προέκυψαν (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007).

Το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* που στην αγγλική γραφή του αποτελεί ακρωνύμιο της φάσης *Guidelines for Nature Of Science Introduction in Scientific literacy*, δηλαδή *οδηγίες για μια εισαγωγή στον γραμματισμό στις φυσικές επιστήμες μέσα από τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών*, προέκυψε από τη σύνθεση δύο προγενέστερων θεωρητικών πλαισίων (Seroglou & Koumaras 2001, Aduriz-Bravo 2003) που έχουν αναπτυχθεί από τους εμπνευστές και δημιουργούς του μοντέλου (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007).

Το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* προσεγγίζει από τρεις συμπληρωματικές διαστάσεις μια διδασκαλία των φυσικών επιστημών η οποία είναι εμπλουτισμένη από στοιχεία και οπτικές της φύσης της επιστήμης (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007):

- ☛ *Τη γνωσιακή διάσταση*, η οποία αφορά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ως ένα σύνολο μοντέλων που ερμηνεύουν τον κόσμο γύρω μας (*η φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών*), καθώς και τη διδασκαλία για το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι επιστημονικές ιδέες αναπτύχθηκαν και διαμορφώθηκαν (*η φύση του περιβάλλοντος των φυσικών επιστημών*).
- ☛ *Τη μεταγνωσιακή διάσταση*, η οποία εστιάζεται στο τι είναι οι φυσικές επιστήμες (*η συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος*), στο πώς αλλάζουν οι φυσικές επιστήμες στην ιστορία (*η φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών*), και στον τρόπο που οι φυσικές επιστήμες αλληλεπιδρούν με την κοινωνία και τον πολιτισμό (*η φύση των αλληλεπιδράσεων των φυσικών επιστημών με την κοινωνία*) όπου αναδεικνύεται το *πολιτισμικό αποτύπωμα των φυσικών επιστημών*.
- ☛ *Τη συναισθηματική διάσταση*, η οποία ανοίγει την εικόνα των φυσικών επιστημών θεωρώντας τις στάσεις (*φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες*) και τις αξίες (*φύση των αξιών που καλλιεργούνται από τις φυσικές επιστήμες*), οι οποίες πέρα από θεμελιώδεις στην ίδια τη λειτουργία των φυσικών επιστημών, είναι σημαντικές και επιθυμητές στην εκπαίδευση πολιτών εγγράμματων στις φυσικές επιστήμες.

Επίσης επιχειρείται ένας συσχετισμός της συμβολής τριών μετα-επιστημών στη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών με τις τρεις διαστά-

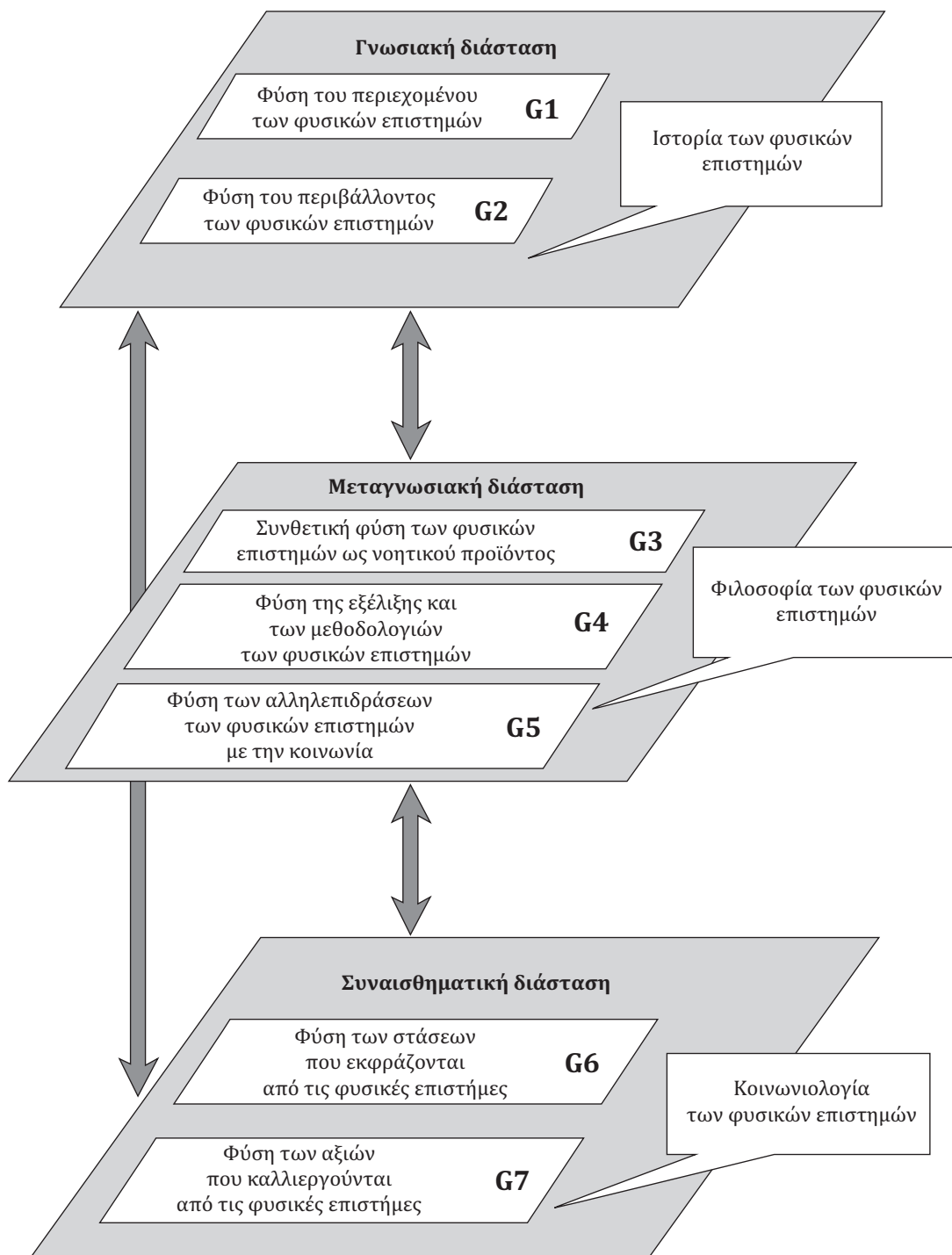
σεις του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS* (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007). Συγκεκριμένα:

- ☛ Η γνωσιακή διάσταση, η οποία ασχολείται με το περιεχόμενο των φυσικών επιστημών και το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο οι επιστημονικές ιδέες αναπτύχθηκαν, μπορεί να εμπλουτισθεί παραγωγικά από τη μελέτη της ιστορίας των φυσικών επιστημών.
- ☛ Η μεταγνωσιακή διάσταση που επιχειρεί να απαντήσει ουσιαστικά στο ερώτημα *πώς μαθαίνουμε αυτό που μαθαίνουμε*; βρίσκεται σε ανοιχτό διάλογο με την φιλοσοφία των φυσικών επιστημών.
- ☛ Η συναισθηματική διάσταση, η οποία ασχολείται με τη συμβολή της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στην καλλιέργεια αξιών και στάσεων που χαρακτηρίζουν τους πολίτες που είναι εγγράμματοι στις φυσικές επιστήμες, θα μπορούσε να μελετηθεί στο πλαίσιο πολλαπλών οπτικών της κοινωνιολογίας των φυσικών επιστημών.

Για το λόγο αυτό, θα ήταν χρήσιμο να προσεγγίσουμε τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών μέσα από ένα σύνολο από ιδέες-κλειδιά προερχόμενες από τη φιλοσοφία των φυσικών επιστημών, τοποθετημένες σε ένα σκηνικό διαμορφωμένο από την ιστορία των φυσικών επιστημών και αναφερόμενο σε συγκεκριμένα ιστορικά γεγονότα και εκφράζοντας παράλληλα τις κοινωνιολογικές προεκτάσεις των φυσικών επιστημών ενάντια στο δογματισμό και τον ελιτισμό που χαρακτηρίζουν τον *επιστημονισμό*.

Το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* μας παρέχει τις βασικές δομικές κατευθύνσεις για το σχεδιασμό τόσο επιμέρους δραστηριοτήτων όσο και εκτεταμένων διδακτικών σειρών για την εκπαίδευση των μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* σχεδιάζονται, εφαρμόζονται και αξιολογούνται δραστηριότητες για τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών για την πρωτοβάθμια, τη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της εφαρμοσιμότητας άλλων ανάλογων προτάσεων καθώς και για τη μελέτη και ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέρχονται από την εφαρμογή διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών.

Στη συνέχεια στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται δύο εφαρμογές του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS* οι οποίες αναπτύχθηκαν και υλοποιήθηκαν από την ερευνητική ομάδα ATLAS (A Teaching and Learning Approach for Science) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης της Παιδαγωγικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης σε συνεργασία με την ερευνητική ομάδα Διδακτικής, Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών του Τμήματος Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου του Buenos Aires της Αργεντινής. Σε επόμενα κεφάλαια του βιβλίου παρουσιάζονται και άλλες εφαρμογές του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS* οι οποίες σχεδιάστηκαν, εφαρμόστηκαν και αξιολογήθηκαν από την ερευνητική ομάδα ATLAS μέσα σε μία δεκαετία (2007-2017).



Το μοντέλο Γνώση – GNOSIS  
Guidelines for Nature Of Science Introduction in Scientific literacy



## Η σχέση ανάμεσα στον δημιουργό και το δημιούργημα στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία μέσα από το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS*

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* σχεδιάστηκαν δύο δραστηριότητες και τις εφαρμόσαμε στα πλαίσια της εκπαίδευσης μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών στο Buenos Aires και στη Θεσσαλονίκη. Οι διδακτικές προσεγγίσεις στο πλαίσιο των οποίων χρησιμοποιήθηκαν οι δραστηριότητες αυτές αποτελούν διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης εμπνευσμένες από και εμπλουτισμένες με ερευνητικά δεδομένα του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS*:

### Γνωσιακή διάσταση

Οι δάσκαλοι και οι δασκάλες συζητούν για τη σχέση ανάμεσα στον δημιουργό και το δημιούργημα στις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία, ενώ μια ιστορική ανασκόπηση της εξέλιξης αυτής της σχέσης πραγματοποιείται εστιάζοντας σε επιλεγμένα σημεία-σταθμούς αυτής της εξέλιξης. Στη διάρκεια της συζήτησης έρχονται στο προσκήνιο μια σειρά από ηθικά ζητήματα που αφορούν την επιστημονική δημιουργία, καθώς και οι ηθικές ευθύνες που σχετίζονται με αυτά, καθώς οι δάσκαλοι και οι δασκάλες διαπραγματεύονται έννοιες όπως η κλωνοποίηση, η ευγονική, η ευθανασία κ.ά.

### Μεταγνωσιακή διάσταση

Οι δάσκαλοι και οι δασκάλες ενθαρρύνονται να διατυπώσουν τις απόψεις τους και να επιχειρηματολογήσουν για το είδος και τη φύση των ερωτήσεων για τις οποίες αναζητούν απαντήσεις οι φυσικές επιστήμες σχετικά με τη δημιουργία, καθώς και για το είδος και τη φύση των φιλοσοφικών ερωτημάτων που πυροδοτούν την παραπάνω αναζήτηση στο χώρο των φυσικών επιστημών. Στη συζήτησή τους συνήθως αφιερώνουν ένα σημαντικό μέρος στις απαιτήσεις της κοινωνίας που ενθαρρύνουν ή και πριμοδοτούν τις διάφορες κατευθύνσεις της επιστημονικής έρευνας, καθώς και στα αποτελέσματα της έρευνας στις φυσικές επιστήμες που με τη σειρά τους μορφοποιούν, αλλάζουν και αναθεωρούν τις κοινωνικές και πολιτισμικές δομές.

### Συναισθηματική διάσταση

Οι δάσκαλοι και οι δασκάλες έρχονται αντιμέτωποι και επανεκτιμούν τις δικές τους, τις προσωπικές τους στάσεις και αξίες σχετικά με την επιστημονική δημιουργία, τους στόχους και τα κίνητρα της επιστημονικής δημιουργίας, την ανεξαρτησία του δημιουργήματος από τον δημιουργό μέσα από μια ενδιαφέρουσα μετάθεση του ρόλου τους: Λειτουργώντας ως *ακροατήριο* των αφηγήσεων που παρακολουθούν, νιώθουν ότι βρίσκονται σε μια απόσταση ασφαλείας από τις στάσεις και τις αξίες που συζητιούνται, κρίνονται, αξιολογούνται και επανεκτιμούνται.

Οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν στην εφαρμογή αυτή του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS* στηρίζονται στην χρήση των αφηγήσεων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, μια και οι αφηγήσεις αποτελούν ένα πολυδύναμο διδακτικό εργαλείο που ενθαρρύνει την ποιοτική και ουσιαστική μάθηση στις φυσικές επιστήμες. Οι αφηγήσεις αυτές, με τη μορφή κινηματογραφικών ταινιών, μύθων, ποιημάτων, άρθρων από εφημερίδες μας προσφέρουν ένα δυναμικό σκηνικό περιβάλλον και θέτουν με άμεσο τρόπο ενδιαφέροντα ζητήματα για να διδάξουμε όψεις της φύσης των φυσικών επιστημών με έναν γόνιμο και δημιουργικό τρόπο. Στο παρελθόν, με την προφορική αφήγηση γίνονταν γνωστές από στόμα σε στόμα μέσα από την προφορική παράδοση όμορφες ιστορίες που προκαλούσαν την φαντασία μας, έμεναν ανεξίτηλα χαραγμένες στη μνήμη μας και μας συγκινούσαν. Σήμερα, την προφορική αφήγηση έρχονται να αντικαταστήσουν οι κινηματογραφικές ταινίες οι σύγχρονες οπτικοακουστικές αυτές αφηγήσεις που παρουσιάζουν με εντυπωσιακό και απολαυστικό τρόπο αξέχαστες και ενδιαφέρουσες ιστορίες (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007, Σέρογλου & Aduriz-Bravo 2007).

Οι αφηγήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή αυτή είναι η ταινία επιστημονικής φαντασίας *Blade Runner* στη δραστηριότητα που αναπτύχθηκε στη Θεσσαλονίκη και ο εβραϊκός μύθος του *Golem* στη δραστηριότητα που αναπτύχθηκε στο Buenos Aires.

Στην πρώτη δραστηριότητα (*Οι ρεπλικές του Blade Runner*), οι δάσκαλοι και οι δασκάλες παρακολουθούν επιλεγμένα αποσπάσματα από την ταινία επιστημονικής φαντασίας *Blade Runner* και συζητούν αρχικά σε μικρές ομάδες και στη συνέχεια όλοι και όλες μαζί.

Στην ταινία, οι δάσκαλοι και οι δασκάλες παρακολουθούν:

- Πέντε ανθρώπινες ρεπλικές που, με κίνδυνο της ζωής τους, αγωνίζονται να συναντήσουν τον δημιουργό τους (οι ρεπλικές είναι τέλεια δημιουργήματα της βιοτεχνολογίας που φαίνονται, σκέφτονται και νιώθουν σαν άνθρωποι).



Δημιουργός και δημιούργημα από τον μύθο του Golem στον Blade Runner

- Την πρόσωπο με πρόσωπο αντιπαράθεση του αρχηγού των ρεπλικών με τον ευφυή δημιουργό τους που τους σχεδίασε και είχε την επίβλεψη της κατασκευής τους και την έκκληση του για μεγαλύτερο χρόνο ζωής (οι ρεπλικές έχουν διάρκεια ζωής μόνο πέντε χρόνια).
- Τη σταδιακή εξόντωση όλων των ρεπλικών από τον Blade Runner (έναν ντετέκτιβ με αποστολή να σκοτώνει τις ρεπλικές που επαναστατούν).
- Την τελική συνάντηση και μέχρι τέλους μάχη του αρχηγού των ρεπλικών με τον Blade Runner, όπου η ρεπλικά σώζει τελικά τη ζωή του διώκτη τους και του μιλά λίγο πριν πεθάνει για τον αγώνα τους για ελευθερία και για τον πόνο της απώλειας και λήθης στο χρόνο όλων αυτών των γνώσεων που προέρχονται από τις εμπειρίες, τις μνήμες και τις σκέψεις των ρεπλικών που φυσικά παύουν να υπάρχουν από τη στιγμή που αυτές πεθαίνουν.

Για περίπου 35 λεπτά οι μελλοντικοί και εν ενεργεία εκπαιδευτικοί που συμμετέχουν στη δραστηριότητα παρακολουθούν τα παραπάνω επιλεγμένα αποσπάσματα της ταινίας. Μέσα στα 35 αυτά λεπτά οι δάσκαλοι και οι δασκάλες σιγά-σιγά αλλάζουν στάση απέναντι στον αγώνα των ρεπλικών. Ενώ αρχικά είναι εναντίων τους, στη συνέχεια τους υποστηρίζουν όλο και περισσότερο. Ενώ παρακολουθούν την ταινία, αναγνωρίζουν και καταγράφουν τα επιστημονικά ερωτήματα και τα φιλοσοφικά ερωτήματα που τίθενται από την ταινία και υπογραμμίζονται από την σκηνοθεσία.

Στη συνέχεια, για περίπου 40 λεπτά οι δάσκαλοι και οι δασκάλες συζητούν σε μικρές ομάδες και καταγράφουν τις σκέψεις τους για τη σχέση ανάμεσα στα επιστημονικά και τα φιλοσοφικά ερωτήματα που παρουσιάζονται στην ταινία και αφορούν την επιστημονική δημιουργία. Στο τέλος, και πάλι για περίπου 40 λεπτά, οι θέσεις και οι ιδέες των διαφόρων ομάδων συζητούνται από όλους και όλες και το σύνολο της τάξης συμμετέχει σε μια αντιπαράθεση επιχειρημάτων (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007).

Στη δεύτερη δραστηριότητα (*Ο γίγαντας της Balvanera*), παρουσιάζεται στους δασκάλους και τις δασκάλες ο εβραϊκός μύθος του *Golem* σε τρεις εκδοχές, σε κάθε μια από τις οποίες χρησιμοποιείται ένα διαφορετικό είδος αφήγησης. Πρώτα παρακολουθούν μια αναπαράσταση του αρχικού μύθου του *Golem*. Το *Golem* είναι ένα μυθικό ον που θεωρείται ότι το δημιούργησε από πηλό ο ραβίνος Loew στην Πράγα τον 16ο αιώνα. Το *Golem* ήταν ατελής και δεν είχε από μόνο του ζωή. Μόνο όταν ο ραβίνος Loew έβαζε στο στόμα του *Golem* ένα κομματάκι χαρτί με μια αρχαία ιερή λέξη που αφορούσε τη δημιουργία γραμμένη πάνω του, τότε και μόνο, όσο το χαρτί ήταν μέσα στο στόμα του, το *Golem* ήταν ζωντανό και κάτω από τον έλεγχο του δημιουργού του. Αλλά μια μέρα το *Golem* ξέφυγε από τον έλεγχο του ραβίνου και προκάλεσε μεγάλες καταστροφές στην πόλη.

Εκτός από τον μύθο, οι εκπαιδευτικοί μελετούν και ένα ποίημα του Jorge Luis Borges που αναφέρεται σε αυτό το μυθικό πλάσμα και σε ένα απόκομμα εφημερίδας που μιλά για έναν τοπικό μύθο του Buenos Aires, το *μύθο του γίγαντα της*

*Balvanera*, ο οποίος υποτίθεται ότι ήταν το *Golem* της Πράγας που πέρασε τον Ατλαντικό κρυμμένο στο αμπάρι ενός πλοίου και έφτασε στην Αργεντινή μαζί με τον υπόλοιπο εβραϊκό πληθυσμό που έφτασε από την Ευρώπη. Κάθε μια από τις παραπάνω αφηγήσεις προσφέρει στους δασκάλους και τις δασκάλες πλούσιο υλικό για να συζητήσουν και να επιχειρηματολογήσουν πάνω στα βασικά ζητήματα που αφορούν την επιστημονική δημιουργία, εστιάζοντας ιδιαίτερα στη σχέση ανάμεσα στο δημιουργήμα και τον δημιουργό, στην *ανεξαρτησία* του δημιουργήματος, καθώς και τις κοινωνικές απαιτήσεις γι' αυτό (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007).

Οι παραπάνω δραστηριότητες σχεδιάστηκαν χρησιμοποιώντας το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS*, εφαρμόστηκαν στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών στη Θεσσαλονίκη και το Buenos Aires και στη συνέχεια τα δεδομένα από την εφαρμογή των δραστηριοτήτων και πάλι αναλύθηκαν με το μοντέλο *Γνώση*. Οι δάσκαλοι και οι δασκάλες που συμμετείχαν στην διπλή αυτή εφαρμογή, κατά τη διάρκεια των μαθημάτων συζήτησαν και επιχειρηματολόγησαν πάνω στα ακόλουθα θέματα που αφορούν τη φύση των φυσικών επιστημών για κάθε μια από τις διαστάσεις του μοντέλου *Γνώση – GNOSIS* (Seroglou & Aduriz-Bravo 2007, Σέρογλου & Aduriz-Bravo 2007):

#### Γνωσιακή διάσταση

Σχετικά με τη φύση του περιεχομένου των φυσικών επιστημών οι δάσκαλοι και οι δασκάλες αναρωτήθηκαν εάν οι φυσικές επιστήμες μπορεί να μας βοηθήσουν να αντιμετωπίσουμε προβλήματα που μοιάζουν άλυτα όπως π.χ. η αύξηση της διάρκειας της ζωής των ανθρώπων. Επίσης, σχετικά με τη φύση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο οι φυσικές επιστήμες διαμορφώνονται και εξελίσσονται, οι εκπαιδευτικοί επιχειρηματολόγησαν για το εάν αντιλαμβάνονται τη ζωή ως δημιουργήμα ή ως κατασκεύασμα.

#### Μεταγνωσιακή διάσταση

Οι δάσκαλοι και οι δασκάλες στις συζητήσεις τους υποστήριξαν ότι τα επιστημονικά ερωτήματα πολλές φορές συναντιούνται και αλληλεπιδρούν με τα αντίστοιχα φιλοσοφικά ερωτήματα, αναρωτήθηκαν για το εάν υπάρχουν όρια σε αυτήν την αλληλεπίδραση και οδηγήθηκαν έτσι στην αναθεώρηση των απόψεών τους σχετικά με την συνθετική φύση των φυσικών επιστημών ως νοητικού προϊόντος. Συνέχισαν να επιχειρηματολογούν για τα όρια των φυσικών επιστημών και για τις παραμέτρους που ορίζουν τα όρια αυτά εστιάζοντας με τον τρόπο αυτό στη φύση της εξέλιξης και των μεθοδολογιών των φυσικών επιστημών. Ασχολήθηκαν επίσης αρκετά με το σημερινά βιοηθικά διλήμματα που αντιμετωπίζουμε και συζήτησαν για το πώς θα πρέπει να εξελιχθεί η έρευνα στη γενετική και πώς τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής θα πρέπει να τα διαχειριστεί η κοινωνία προς όφελός της, εκφράζοντας έτσι τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τη φύση των αλληλεπιδράσεων επιστήμης και κοινωνίας.

### 📌 Συναισθηματική διάσταση

Τα επιχειρήματα των δασκάλων σχετικά με τη φύση των στάσεων που εκφράζονται από τις φυσικές επιστήμες ουσιαστικά αφορούσαν τους στόχους των φυσικών επιστημών (και ειδικά της έρευνας στη γενετική) και πιο συγκεκριμένα αναρωτήθηκαν εάν η έρευνα στις φυσικές επιστήμες θα πρέπει να στοχεύει στην αθανασία, στην αιώνια νεότητα, στη γενετική φυλετική βελτίωση ή σε μια καλύτερη ποιότητα ζωής για όλους και όλες. Τέλος, οι δάσκαλοι και οι δασκάλες συζητήσαν τη σημασία του κέρδους στη σύγχρονη κοινωνία και επιχειρηματολόγησαν εάν θα πρέπει να εκμεταλλευόμαστε στο μέγιστο τη δυναμική των φυσικών επιστημών (και ιδιαίτερα της έρευνας στη γενετική) και της επιστημονικής δημιουργίας οδηγούμενοι μόνο από το οικονομικό συμφέρον και το κέρδος, εκφράζοντας με τον τρόπο αυτό τις σκέψεις τους σχετικά με τη φύση των αξιών που οι φυσικές επιστήμες καλλιεργούν.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS* μπορεί να συμβάλλει στο σχεδιασμό και τη αξιολόγηση δραστηριοτήτων για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία της φύσης των φυσικών επιστημών, μια και φαίνεται ότι χρησιμοποιώντας το μοντέλο αυτό σχεδιάζουμε δραστηριότητες που δίνουν στους εκπαιδευόμενους την ευκαιρία να συζητήσουν για τη φύση των κοινωνικών προσδοκιών, αλληλεπιδράσεων και αποτελεσμάτων που επηρεάζουν τις φυσικές επιστήμες και που ταυτόχρονα οι φυσικές επιστήμες προκαλούν, μέσα σε μια επιχειρούμενη αναπλαισίωση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.

## **Από την εικόνα του επιστήμονα και της επιστημόνισσας στην εικόνα των φυσικών επιστημών μέσα από το μοντέλο *Γνώση – GNOSIS***

Οι φυσικές επιστήμες θεωρούνται, από την ίδρυσή τους μέχρι και σήμερα ακόμα, ως ένα ανδρικό πεδίο, παρά τις προσπάθειες των τελευταίων τριάντα ετών προς μια περισσότερο φιλική προς το γυναικείο πληθυσμό διδασκαλία των φυσικών επιστημών και παρά τη δυναμική είσοδο των νέων γυναικών σε σπουδές και σταδιοδρομίες σχετικές με τις φυσικές επιστήμες. Στην ιστοσελίδα των ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων, σε απολογισμό σχετικά με την συμμετοχή επιστημόνων στο κάλεσμα για κατάθεση προτάσεων έρευνας σε μια νέα περιοχή χρηματοδότησης, από τις περισσότερες από 9.000 προτάσεις που κατατέθηκαν, συμπεραίνεται ότι το κυρίαρχο προφίλ αυτών που υπέβαλλαν προτάσεις ήταν *άνδρας ερευνητής, 36 ετών* (CORDIS, FP7, News room, accessed in September 2007, Seroglou et al. 2007, Σέρογλου & Aduriz-Bravo 2007). Η παρατηρούμενη έλλειψη γυναικείων προτύπων συμβάλλει στην ενίσχυση της ανδρικής ταυτότητας στις φυσικές επιστήμες, ενώ η μη προβολή της συμβολής αλλά και των ενδιαφερόντων των γυναικών υποστηρίζει τη στερεότυπη άποψη ότι μόνο τα ενδιαφέροντα των



*Μια διάσημη επιστημόνισσα:  
Η Μαρία Σκλοντόφσκα – Κιουρί με τις κόρες της*

ανδρών αξίζει να αναγνωρίζονται και να μελετούνται (Alic 1986, Phillips & McKay 1994, Whiteley 1996, Taylor 2000).

Αλλά η ιστορία της επιστήμης είναι η ιστορία χιλιάδων ανθρώπων που συνέβαλαν στη γνώση και τις θεωρίες που συγκροτούν την επιστήμη της εποχής τους και έκαναν δυνατές τις μεγάλες αλλαγές. Κάποιοι από αυτούς τους ανθρώπους ήταν γυναίκες που η ιστορία τους όμως παραμένει ακόμη σχεδόν άγνωστη για το ευρύ κοινό (Alic 1986, Σέρογλου & Χατζησάββα 2007). Μελετώντας κανείς τη βιβλιογραφία διαπιστώνει ότι δεν υπάρχουν αρκετές σοβαρές και σε βάθος έρευνες για τις γυναίκες επιστημόνισσες και τη συμβολή του έργου τους στον ανθρώπινο πολιτισμό.

Και όταν με στόχο το σχεδιασμό δραστηριοτήτων για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών σε μία διδασκαλία των φυσικών επιστημών για αγόρια και κορίτσια, ξεκινά μια αναζήτηση των γυναικών που συνέβαλαν στην εξέλιξη των φυσικών επιστημών, η αναζήτηση αυτή γυναικείων προτύπων στην ιστορία των φυσικών επιστημών καταλήγει να είναι επίπονη και αποκαρδιωτική. Γνωστά και πολυδιαβασμένα βιβλία που παρουσιάζουν την ιστορία των φυσικών επιστημών κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα (Crombie 1989a, Grant 1994), της επιστημονικής επανάστασης (Bernal 1983, Crombie 1989b, Butterfield 1994, Westfall 1995) και του 19<sup>ου</sup> αιώνα (Harman 1994) αγνοούν επιδεικτικά την παρουσία γυναικών στην εξέλιξη των φυσικών επιστημών. Αναφορές στις επιστημόνισσες αρχίζουν να παρουσιάζονται στα βιβλία που αναφέρονται στην ιστορία του 19<sup>ου</sup> και του 20<sup>ου</sup> αιώνα και αναφέρουν μόνο τις περιπτώσεις της Marie Curie, της Amalie Emma Noether, της Henrietta Leavitt, της Annie Jump Cannon και της Lise Meitner (Spangenburg & Moser 1994). Στο δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα, οι φεμινίστριες ιστορικοί αναζητώντας στοιχεία για την προσφορά των γυναικών στις φυσικές επιστήμες, καταλήγουν να αποκαλύψουν το έργο αρκετών γυναικών που είχαν ενεργό ανάμειξη στην εξέλιξη των επιστημών από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα.