

Η προώθηση της επιστημονικής εγγραμματοσύνης μέσω της αξιοποίησης κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων στη διδακτική διαδικασία

*Μπάτελμαν Ανδρεανή
Πανεπιστήμιο Κύπρου*

&

*Κορφιάτης Κωνσταντίνος
Πανεπιστήμιο Κύπρου*

Περίληψη

Στην εργασία αυτή, γίνεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση όσον αφορά στην αξιοποίηση κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων (SSI) για την προώθηση της επιστημονικής εγγραμματοσύνης των πολιτών. Η στοιχειώδης επιστημονική εγγραμματοσύνη θεωρείται απαραίτητη για την αποτελεσματική λειτουργία μιας σύγχρονης δημοκρατικής πολιτείας, στο πλαίσιο της οποίας οι πολίτες καλούνται να αποφασίσουν για ολοένα και περισσότερα ζητήματα μεγάλης κοινωνικής σημασίας που έχουν μια έντονη επιστημονική διάσταση. Σήμερα όμως, παρόλη τη διαπίστωση της ανάγκης προώθησης του επιστημονικού αλφαριθμητισμού, ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός ατόμων ολοκληρώνουν τη φοίτησή τους στη Μέση, Ανώτερη ή Ανώτατη Εκπαίδευση χωρίς να διαθέτουν τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες για μια ορθολογική διαχείριση των σύγχρονων κοινωνικό-επιστημονικών ζητημάτων.

Στο πλαίσιο αυτής της προβληματικής, υποστηρίζεται από διάφορους ερευνητές ότι τα κοινωνικό-επιστημονικά θέματα (SSI) λειτουργούν ως γέφυρες ανάμεσα στην επιστήμη και την κοινωνία και ότι η αξιοποίησή τους μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην προώθηση της επιστημονικής εγγραμματοσύνης. Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι τα SSI προσφέρονται ως ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να προωθηθεί η ανάπτυξη της επιστημολογικής επάρκειας των μαθητών/φοιτητών, η ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας, η ανάπτυξη της μη τυπικής σκέψης, καθώς και η ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης και της ηθικής ευαισθησίας.

Εισαγωγή

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, διατυπώθηκαν οι πρώτοι έντονοι προβληματισμοί για τον τρόπο διδασκαλίας της επιστήμης στα σχολεία και στα ανώτερα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Συγκεκριμένα, ο John Dewey διατύπωσε την άποψη ότι ο τρόπος διδασκαλίας της επιστήμης ως «έτοιμη γνώση» (ready-made knowledge), αποτελούμενη από θεωρίες, αρχές και νόμους, αποστασιοποιημένη από την κοινωνία, δεν μπορεί να συνεισφέρει ικανοποιητικά στην ανάπτυξη ενημερωμένων και επιστημονικά εγγράμματων πολιτών, που να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν την επιστήμη ως μέθοδο διερεύνησης στην καθημερινή πραγματικότητα (Zeidler, 2003). Επίσης, τις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα, αρκετοί άλλοι επιστήμονες επαναβεβαίωσαν την ανάγκη σύνδεσης της επιστήμης με την καθημερινή ζωή (Aikenhead, 1992; Zeidler, 1984). Στο πλαίσιο αυτού του προβληματισμού, διατυπώθηκαν, μεταξύ άλλων, δύο μοντέλα μάθησης, γνωστά ως: Science-Technology-Society (STS) και Science-Technology Society and Environment (STSE).

Συγκεκριμένα, γύρω στο 1970, πολλοί ερευνητές που ήταν δραστηριοποιημένοι στον τομέα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη ενός μοντέλου μάθησης, μέσα από το οποίο θα μπορούσε να προκύψει η αλληλεπίδραση της Επιστήμης της Τεχνολογίας και της Κοινωνίας (Science-Technology-Society). Η βασική ιδέα της ανάπτυξης του μοντέλου αυτού ήταν ότι η επιστήμη θα είχε πιο πολύ

νόημα για τους εκπαιδευόμενους αν τοποθετείτο σε ένα ευρύτερο πλαίσιο όπου θα μπορούσαν να συναντηθούν η τεχνολογία και η κοινωνία (Zeidler et al., 2005). Στη συνέχεια, προτάθηκε το μοντέλο Science-Technology Society and Environment (STSE), το οποίο προσεγγίζει την επιστήμη σε ένα κοινωνικό-πολιτισμικό και πολιτικό πλαίσιο. Στο συγκεκριμένο μοντέλο δίνεται, επίσης, έμφαση σε θέματα λήψης απόφασης, τα οποία εμπεριέχουν ηθικές, ατομικές και κοινωνικές προεκτάσεις (Hodson, 1994; 2003; Pedretti, 1997; 2001).

Στα τέλη του 20^{ου} αιώνα, αρχές του 21^{ου} αιώνα, διάφοροι επίσημοι οργανισμοί, εμπλεκόμενοι σε θέματα επιστήμης, άρχισαν να αναγνωρίζουν όλο και περισσότερο το γεγονός ότι η επιστημονική εγγραμματοσύνη πρέπει να εμπεριέχει και τη δεξιότητα λήψης απόφασης, τη δεξιότητα ανάλυσης, σύνθεσης και αξιολόγησης πληροφοριών, αντιμετώπισης και διαχείρισης θεμάτων ηθικής, αρχών και αξιών που σχετίζονται με την ανθρώπινη συμπεριφορά, στο πλαίσιο κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων (Zeidler, 2001). Μέσα από αυτή την προβληματική, αναπτύχθηκε το μοντέλο μάθησης Socioscientific Issues (SSI). Σύμφωνα με το Sadler (2004a), τα κοινωνικό-επιστημονικά θέματα (SSI), λειτουργούν ως γέφυρες ανάμεσα στην επιστήμη και την κοινωνία.

Στο πλαίσιο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με SSI, γίνεται προσπάθεια να εμπλακούν οι εκπαιδευόμενοι σε μια διαδικασία λήψης απόφασης σε σχέση με τρέχοντα κοινωνικά ζητήματα, τα οποία χαρακτηρίζονται από ηθικές προεκτάσεις και επιστημονικό περιεχόμενο. Τα SSI εστιάζουν σε επιστημονικά ζητήματα τα οποία προέρχονται από ανάλυση αμφιλεγόμενων δεδομένων και θέσεων που πολλές φορές μπορεί να βρίσκονται σε αντιπαράθεση με τα προσωπικά πιστεύω και αρχές των μαθητών. Επιπλέον, στο πλαίσιο μελέτης των SSI, οι εκπαιδευόμενοι παραπέμπονται να αναστοχαστούν για θέματα επιστήμης, να τα συνδέσουν με προσωπικές τους εμπειρίες και την ποιότητα της ζωής στην κοινότητά τους (Zeidler et al., 2009). Σύμφωνα με τα πιο πάνω, προκύπτει ότι τα SSI μπορούν να επηρεάσουν την κοινωνία και να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη υπεύθυνων πολιτών, οι οποίοι να είναι σε θέση να διαχειρίζονται υπεύθυνα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα και να εφαρμόζουν την αποκτηθείσα επιστημονική γνώση.

Έρευνες της Διδακτικής των Επιστημών, της Αναπτυξιακής Ψυχολογίας, της Κοινωνιολογίας και της Φιλοσοφίας υποδεικνύουν ότι τα SSI προσφέρονται ως ένα πλαίσιο, μέσα στο οποίο μπορεί να προωθηθεί η ανάπτυξη της επιστημολογικής επάρκειας των μαθητών (NOS) (Sadler, Chambers & Zeidler, 2004), η ανάπτυξη δεξιοτήτων επιχειρηματολογίας (Sadler & Donnelly, 2006), η ανάπτυξη της μη τυπικής σκέψης (Wu & Tsai, 2007; Zohar & Nemet, 2002) και η ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης (Pedretti, 1999). Επιπλέον, τα SSI έχουν άμεση σχέση με θέματα ήθους (morality). Η άποψη ότι τα SSI είναι αδιαμφισβήτητα ηθικά ζητήματα και ότι, δυννητικά, επηρεάζουν τις αρχές και αξίες των εμπλεκόμενων ατόμων τονίσθηκε από πολλούς ερευνητές (Hogan, 2002; Pedretti, 1999; Fleming, 1986; Zeidler et al., 2002; Sadler, 2004b; Bell & Lederman, 2003).

Κοινωνικό-επιστημονικά θέματα είναι, για παράδειγμα, το ζήτημα των κλιματικών αλλαγών, τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα, τα βλαστικά κύτταρα, τα κινητά τηλέφωνα, η χρήση εμβολίων, τα πρόσθετα τροφίμων, οι δίαιτες, διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα, η ευημερία των ζώων κτλ

Επιστημολογική επάρκεια και κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα

Στην παρούσα εργασία, με τον όρο επιστημολογική επάρκεια αναφερόμαστε, κυρίως, στην κατανόηση της φύσης της επιστήμης (NOS). Μέσα από τις ερευνητικές εργασίες διαφόρων ερευνητών, υποστηρίζεται ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευομένων για τη φύση της επιστήμης επηρεάζει τη διαπραγμάτευση SSI, αλλά παράλληλα και η διαχείριση των SSI συνεισφέρει στην ανάπτυξη της κατανόησης της Φύσης της Επιστήμης (NOS) (Zeidler et al., 2009; Kolsto, 2001). Δεδομένου ότι τα SSI είναι θέματα που εμπεριέχουν συγκρουόμενες απόψεις βασισμένες σε διαφορετικά δεδομένα, πέραν από την κατανόηση του περιεχομένου, σημαντικό ρόλο στη λήψη απόφασης διαδραματίζει και η κατανόηση της ίδιας της φύσης της επιστήμης, διότι η επιστημολογία του κάθε ατόμου επηρεάζει την ερμηνεία του για τα διάφορα δεδομένα και την επιστημονική γνώση (kolsto, 2001a) και άρα και τη λήψη απόφασης. Παράλληλα όμως, η διαχείριση πολλαπλών πληροφοριών από διαφορετικές πηγές, πολλών επιστημονικών ισχυρισμών από διαφορετικά συγκείμενα και η έμφαση στην επιστήμη ως κοινωνικό οικοδόμημα συνεισφέρει στην ανάπτυξη της κατανόησης της φύσης της επιστήμης.

Ο Sadler (2004) μελέτησε τις αντιλήψεις των μαθητών λυκείου για τη φύση της επιστήμης και για το πώς οι μαθητές ερμηνεύουν και αξιολογούν συγκρουόμενα δεδομένα στο πλαίσιο των SSI. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποίησε ως συγκείμενο το ζήτημα των κλιματικών αλλαγών και ως μέσα συλλογής δεδομένων σταθμισμένα ερωτηματολόγια και ημιδομημένες συνεντεύξεις. Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκε η inductive data analysis και η αξιοπιστία της διαδικασίας στηρίχθηκε στη τριγωνοποίηση με πολλαπλές πηγές δεδομένων (ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις) και στην ανεξάρτητη εξέταση/ανάλυση των δεδομένων από τρεις διαφορετικούς ερευνητές. Για να γίνουν σε βάθος κατανοητές οι αντιλήψεις των μαθητών, υπήρξε εστίαση, κυρίως, σε τρεις πτυχές της φύσης της επιστήμης: εμπειρική βάση, επίδραση της κουλτούρας/ κοινωνίας και αβεβαιότητα. Από την έρευνα αυτή προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Οι μαθητές που αντιλαμβάνονται την εμπειρική πτυχή της επιστήμης, αντιλαμβάνονται τη σύσταση των δεδομένων που τους δίνονται και το πώς αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Αντίθετα, οι μαθητές που δεν κατανοούν πλήρως την εμπειρική βάση της επιστήμης, τείνουν να αποδέχονται μη τεκμηριωμένες απόψεις ως δεδομένα και γενικά δεν είναι σε θέση να τεκμηριώσουν τις θέσεις τους με αξιόπιστα δεδομένα.
2. Οι μαθητές που αντιλαμβάνονται την κοινωνική/ πολιτισμική επίδραση στην επιστήμη, κατανοούν ότι υπάρχουν κοινωνικές επιδράσεις στις επιστημονικές τοποθετήσεις των διαφόρων επιστημόνων (οικονομικές, προσωπικά πιστεύω, κοινωνικές αιτίες, κοινωνικές επιπτώσεις), ενώ όσοι δεν την αντιλαμβάνονται, υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει κοινωνική επίδραση, αλλά επιστημονική απομόνωση (scientific isolation).
3. Οι μαθητές που αντιλαμβάνονται την αβέβαιη πτυχή της φύσης της επιστήμης κατανοούν το γεγονός ότι υπάρχει αντιπαράθεση απόψεων μεταξύ των επιστημόνων, διαφορετική ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, διαφορετική εστίαση στο πρόβλημα, ενώ όσοι δεν την αντιλαμβάνονται πιστεύουν σε μια γραμμική, στατική διαδικασία.

4. Οι μαθητές που δεν αντιλαμβάνονται ότι η αποκτηθείσα επιστημονική γνώση πρέπει να αξιολογείται για τη λήψη απόφασης για ένα SSI, επηρεάζονται από τις προσωπικές τους πεποιθήσεις, τις προσωπικές τους καταστάσεις και κατατεμαχίζουν την επιστημονική γνώση, ανάλογα με τις πεποιθήσεις τους.

Σημαντική εργασία για τις πεποιθήσεις των μαθητών λυκείου όσον αφορά στη φύση της επιστήμης και τον τρόπο αντιμετώπισης κοινωνικό-επιστημονικών διλημμάτων είναι και η εργασία των Zeidler και συνεργάτες (2002). Οι συγκεκριμένοι ερευνητές, προσπάθησαν να απαντήσουν στο εξής ερευνητικό ερώτημα: Με ποιο τρόπο οι πεποιθήσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης αντανακλώνται στις αντιδράσεις τους για τα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα όταν οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με πληροφορίες που προκαλούν τα αρχικά τους πιστεύω; Στην έρευνα αυτή αξιοποιήθηκε ένα σενάριο που αφορούσε στα δικαιώματα των ζώων και ως μέσα συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο των Bell, Lederman και Add- El- Khalick (2000) και ημιδομημένες συνεντεύξεις με ερωτήματα που ετοιμάστηκαν από την Kuhn (1991, 1992). Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκε η inductive data analysis και η αξιοπιστία της διαδικασίας στηρίχθηκε στην τριγωνοποίηση με πολλαπλές πηγές δεδομένων (ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις) και στην ανεξάρτητη εξέταση/ανάλυση των δεδομένων από τέσσερις διαφορετικούς ερευνητές.

Από την έρευνα αυτή για τη διαχείριση του θέματος της ευημερίας των ζώων, προέκυψε ότι οι μαθητές πιστεύουν στα δεδομένα που τους δίνονται, αλλά τα δεδομένα δεν είναι ο ουσιαστικός συντελεστής για την αντιμετώπιση ενός SSI-διλήμματος από πλευράς των μαθητών. Σημαντικός συντελεστής είναι οι ίδιες οι πεποιθήσεις των μαθητών. Οι ερευνητές αυτοί καταλήγουν στο ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να δώσουν έμφαση στη φύση της επιστήμης και μέσα από τη συζήτηση διαφορετικών προσεγγίσεων, την επιχειρηματολογία, την αξιοποίηση ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων, προσωπικών απόψεων και τοποθετήσεων, τη στήριξη των μαθητών στο να αξιολογούν την αξιοπιστία των διαφόρων απόψεων και δεδομένων, να τους καθοδηγούν στο να αναστοχάζονται και να επαναξιολογούν και τις δικές τους απόψεις. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί θα ήταν χρήσιμο να εμπλουτίζουν τη διδασκαλία τους με τέτοιο τρόπο που να γίνεται κατανοητό το γεγονός ότι διάφοροι ιστορικοί, κοινωνικοί, πολιτικοί παράγοντες επηρεάζουν την ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης.

Άλλη μια σημαντική εργασία για τη φύση της επιστήμης και τα SSI είναι αυτή των Zeidler και Lederman (1989) η οποία διερευνά την επίδραση της γλώσσας, που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί, στις πεποιθήσεις των μαθητών λυκείου για τη φύση της επιστήμης. Στη συγκεκριμένη εργασία εξετάστηκε η πιθανότητα να προωθείται η φύση της επιστήμης, μέσα από τον τρόπο χρήσης της γλώσσας που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε εκπαιδευτικός στην προσπάθειά του για προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης. Για τους σκοπούς της έρευνας, δόθηκε προπειραματικό και μεταπειραματικό δοκίμιο, στην αρχή και στο τέλος της όλης διδακτικής διαδικασίας. Χρησιμοποιήθηκε το δοκίμιο που αναπτύχθηκε από το Lederman (1986): Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS). Οι ερευνητές ηχογράφησαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης τα όσα έλεγαν οι εκπαιδευτικοί, επήραν, επίσης, τα φύλλα εργασίας και τα εξεταστικά δοκίμια που έδωσαν οι εκπαιδευτικοί. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η γλώσσα που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός επηρεάζει

ουσιαστικά τις προσεγγίσεις των μαθητών για τη φύση της επιστήμης. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής συμφωνούν με τα αποτελέσματα του Toulmin (1960), ο οποίος υποστήριξε ότι η γλώσσα που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία μπορεί να οδηγήσει κάποιον να κατανοήσει την επιστήμη με διαφορετικούς τρόπους.

Επίσης, οι Zeidler και συνεργάτες (2009) διερεύνησαν το πώς η διδασκαλία βασιζόμενη σε SSI κατά τη διάρκεια μιας ακαδημαϊκής χρονιάς μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη της επιστημολογίας των μαθητών λυκείου. Η έρευνα αυτή στηρίχθηκε στο Reflective Judgment Model (RJM), το οποίο αναπτύχθηκε από τους King και Kitchener (1994, 2004) και παρείχε τη δυνατότητα για κατανόηση των επιστημολογικών τάσεων των μαθητών. Αξιοποιήθηκαν SSI που αφορούσαν στη χρήση εμβολίων, στη χρήση μαριχουάνας, αλκοόλ, στα πρόσθετα τροφών, στις δίαιτες, στα βλαστικά κύτταρα κτλ. Για τη συλλογή δεδομένων έγιναν συνεντεύξεις με βάση το Prototypic Reflective Judgment Interview PRJI (King & Kitchener, 1994; 2004), πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι μαθητές διάβασαν κάποια σύντομα σενάρια και απάντησαν σε ερωτήματα που σκοπό είχαν να αναδείξουν τις επιστημολογικές πεποιθήσεις τους. Οι συνεντεύξεις είχαν ερωτήσεις του τύπου: Ποια η διαφορά ανάμεσα στο ότι μια γνώση είναι σίγουρη και στο ότι είναι δίκαια βέβαιη; Πώς η εμπειρία σου έχει αλλάξει τον τρόπο σκέψης σου; Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, προέκυψε ότι η διδασκαλία με τη χρήση SSI συνεισφέρει σημαντικά στην επιστημολογική ανάπτυξη των μαθητών.

Η Kolsto (2001) υποστηρίζει ότι η λήψη απόφασης για κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα αποτελεί σημαντική συνιστώσα μιας δημοκρατικής κοινωνίας. Για το σκοπό αυτό σε εργασία της με τίτλο: «To trust or not to trust.....pupils ways of judging information in a socioscientific issue», διερευνά τους τρόπους που οι μαθητές αποφασίζουν για την αξιοπιστία των πληροφοριών και των ισχυρισμών που τους δίνονται, όταν διαχειρίζονται κοινωνικό-επιστημονικά θέματα. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις. Η Kolsto (2001) υποστηρίζει ότι ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές και οι πολίτες διαχειρίζονται τα θέματα αξιοπιστίας των πληροφοριών και ισχυρισμών σχετίζεται άμεσα με τη δημόσια κατανόηση της φύσης της επιστήμης.

Σύμφωνα με την έρευνα της Kolsto (2001), διαφαίνεται ότι οι μαθητές χρειάζεται να εκπαιδευτούν για να μπορούν να αξιολογούν την πληροφόρηση και την πηγή προέλευσής της που διαθέτουν. Για το σκοπό αυτό απαιτείται η εμπλοκή τους σε περισσότερη πληροφόρηση από διαφορετικά ιδρύματα/ πηγές, σε περισσότερους επιστημονικούς ισχυρισμούς από διαφορετικά συγκείμενα. Επίσης, υποστηρίζει ότι θα ήταν χρήσιμο να δίνεται έμφαση στην επιστήμη ως κοινωνικό οικοδόμημα και στην κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης της γνώσης.

Μη τυπική σκέψη και κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα

Τα SSI προσφέρονται ως ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να προωθηθεί και η ανάπτυξη της μη τυπικής σκέψης (Wu & Tsai, 2007; Sadler, 2004; Zohar & Nemet, 2002), διότι ο τρόπος για τη διαπραγμάτευση των SSI είναι η μη τυπική σκέψη. Η μη τυπική σκέψη περιλαμβάνει την παραγωγή και αξιολόγηση θέσεων όσον αφορά στα διάφορα περίπλοκα ζητήματα τα οποία δεν έχουν μια και μοναδική λύση. Σε αυτή την

περίπτωση, το άτομο χρειάζεται να οικοδομεί επιχειρήματα και να διαπραγματεύεται ισχυρισμούς.

Οι Sadler και Zeidler (2004), στο πλαίσιο αυτής της προβληματικής, διερεύνησαν το πώς μαθητές λυκείου/φοιτητές διαπραγματεύονται και λύνουν διλήμματα που αφορούν στη γενετική μηχανική. Συγκεκριμένα, προσπάθησαν να διερευνήσουν παράγοντες που επηρεάζουν τη λήψη απόφασης στο πλαίσιο των SSI και να δημιουργήσουν ένα θεωρητικό πλαίσιο για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη μη τυπική σκέψη στο πλαίσιο της διαπραγμάτευσης των SSI. Για τη συλλογή δεδομένων έγιναν ημιδομημένες συνεντεύξεις για θέματα όπως γονιδιακή θεραπεία για την ασθένεια Huntington και τη μυωπία, τεχνητή νοημοσύνη, αναπαραγωγική κλωνοποίηση για αντιμετώπιση της στειρότητας και θεραπευτική κλωνοποίηση για παραγωγή οργάνων. Οι ερωτήσεις ήταν του τύπου : πρέπει να γίνεται γονιδιακή θεραπεία για την εξάλειψη της ασθένειας Huntington στα γεννητικά κύτταρα; Πρέπει άτομα που δεν μπορούν να τεκνοποιήσουν να έχουν την επιλογή της κλωνοποίησης για λόγους αναπαραγωγής; Οι απαντήσεις των μαθητών/φοιτητών αναλύθηκαν ποιοτικά (inductive data analysis by Lincoln and Guba, 1985, and the constant comparative method described by Glaser and Strauss, 1967). Από τα αποτελέσματα της έρευνας των Sadler και Zeidler (2004), προκύπτει ότι στην αίθουσα διδασκαλίας θα πρέπει να δίνεται ευκαιρία αξιολόγησης και των τριών ειδών μη τυπικού συλλογισμού: rationalistic informal reasoning, intuitive informal reasoning, emotive informal reasoning (Rationalistic: απαντήσεις με βασικό κριτήριο το συλλογισμό, Emotive: απαντήσεις με βασικό κριτήριο τα συναισθήματα, Intuitive: απαντήσεις με βασικό κριτήριο τη διαίσθηση), διότι και τα τρία επηρεάζουν τη λήψη απόφασης στο πλαίσιο των SSI).

Σύμφωνα με άλλες έρευνες, διάφοροι άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σκέψη των μαθητών/φοιτητών στο πλαίσιο των SSI είναι οι προσωπικές εμπειρίες τους, τα συναισθήματά τους (εμπάθεια, συμπάθεια κτλ), η τάση τους για εστίαση στην κοινωνία (γνώση του κοινωνικού γίνεσθαι, πιθανές επιπτώσεις μιας απόφασης για την κοινωνία κτλ), το ήθος τους που καθοδηγεί τις αποφάσεις τους και το εύρος των προσεγγίσεων τους για την πολυπλοκότητα των διαφόρων κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων.

Επιχειρηματολογία και κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα

Οι μαθητές/φοιτητές στην προσπάθειά τους να λάβουν απόφαση για κάποιο κοινωνικό-επιστημονικό ζήτημα οικοδομούν επιχειρήματα. Σύμφωνα με το φιλόσοφο David Hume, τα επιχειρήματα των μαθητών για τη λήψη απόφασης στηρίζονται σε προσωπικές ή γενικώς αποδεκτές αξίες, με βάση τις οποίες οι μαθητές αιτιολογούν τα επιχειρήματά τους. Μια πιο ανοικτή θέση υποστηρίζει ότι τα επιχειρήματα στηρίζονται σε ισχυρισμούς, δεδομένα, αξίες, αρχές και κανονισμούς (Kolsto, 2006). Σύμφωνα με τον Sadler (2006), τα επιχειρήματα αντιπροσωπεύουν τη δημόσια διαπραγμάτευση ισχυρισμών και δεδομένων, ενώ η μη τυπική σκέψη αντιπροσωπεύει τις γνωστικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι στην προσπάθειά τους να λύσουν αμφιλεγόμενα προβλήματα. Η εννοιολογική κατανόηση, σύμφωνα και πάλιν με τους Sadler (2006), και Sadler & Zeidler (2005a) συνεισφέρει σημαντικά στην επιχειρηματολογία και μη τυπική σκέψη, στο πλαίσιο των SSI. Επιπλέον, η επιχειρηματολογία και η μη τυπική σκέψη σχετίζονται και με τις ηθικές προσεγγίσεις των ατόμων. Δηλαδή, σχετίζονται με το τι ένα άτομο θεωρεί καλό και ενάρετο. Στο

πλαίσιο αυτής της προβληματικής εμπεριέχονται θέματα δεοντολογίας (deontology), ωφελμιστικότητας (utilitarianism) και θρησκευτικών συνθηθειών (religious traditions) επιχειρημάτων που χρησιμοποιούν οι μαθητές όταν καλούνται να λάβουν απόφαση για κοινωνικό-επιστημονικά θέματα και τη σχέση τους με την εννοιολογική κατανόηση και τις προσωπικές αξίες των μαθητών. Επίσης, διερεύνησε τους τρόπους χρήσης των αξιών και τα διάφορα είδη γνώσης που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την επιχειρηματολογία τους και για τη λήψη απόφασής τους. Στη συγκεκριμένη εργασία το ερώτημα/ δίλημμα που είχαν να επιλύσουν οι μαθητές λυκείου ήταν: «Κατά πόσο επιτρέπεται η χρήση γραμμών υψηλής τάσης σε κατοικημένες περιοχές. Το πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι ότι διάφορες μελέτες έδειξαν αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης λευχαιμίας σε παιδιά που κατοικούν κοντά σε γραμμές υψηλής τάσης». Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήσαν ημιδομημένες συνεντεύξεις και ηχογραφημένες συζητήσεις στην ολομέλεια της τάξης.

Από την ποιοτική ανάλυση των συνεντεύξεων και των συζητήσεων προέκυψε ότι πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να διερευνήσουν τις σχετικές με το θέμα πληροφορίες. Επιπλέον, διαφάνηκε ότι δεν είναι αρκετό να δίνονται πληροφορίες στους μαθητές για λήψη απόφασης, αλλά χρειάζονται δραστηριότητες και μηχανισμοί που θα δράσουν ως ασφαλιστικές δικλίδες και θα στηρίζουν τους μαθητές στην επεξεργασία και την αξιοποίηση των πληροφοριών. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να ευαισθητοποιήσουν τους μαθητές για ζητήματα που δεν είχαν σκεφθεί προηγουμένως και να διευρυνθεί το πλαίσιο τους για τη λήψη απόφασης. Επίσης, διαφάνηκε ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις έννοιες ρίσκο και πιθανότητα, δεδομένου ότι όλα τα είδη επιχειρημάτων που χρησιμοποιούνται χαρακτηρίζονται από την εμπλοκή αυτών των εννοιών. Πιθανώς, η αλλαγή της προσέγγισης των μαθητών για τις έννοιες ρίσκο και πιθανότητα μπορεί να αλλάξει και τη λήψη απόφασής τους. Βέβαια δεν σημαίνει ότι μια βαθύτερη επιστημονική κατανόηση αυτών των δύο εννοιών θα συνεισφέρει υπέρ ενός από τα είδη επιχειρημάτων, δεδομένου ότι όσον αφορά το ζήτημα του ρίσκου, διαδραματίζουν και σημαντικό ρόλο οι προσωπικές αξίες του καθενός. Επομένως, θα ήταν χρήσιμο οι μαθητές να κατανοήσουν και τις κοινωνικές/ηθικές πτυχές του ζητήματος, όπως ότι «η μη λήψη απόφασης είναι επίσης μια απόφαση».

Εννοιολογική κατανόηση και κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα

Ένας από τους πρωταρχικούς σκοπούς της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών είναι η προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης (Sadler, 2004). Παρόλο που οι μαθητές/φοιτητές θεωρούν αυτονόητο ότι πρέπει να μαθαίνουν τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, εντούτοις διάφορες έρευνες που αφορούν στη μεταφορά της σχολικής επιστημονικής γνώσης σε άλλα συγκείμενα έδειξαν ότι αυτή η διαδικασία μεταφοράς γνώσης δεν εφαρμόζεται. Παράλληλα όμως διάφοροι ειδικοί παιδαγωγοί και ερευνητές υποστηρίζουν ότι η εννοιολογική κατανόηση είναι απαραίτητη για τη λήψη απόφασης σε SSI (Sadler, 2004).

Για τη σημασία της εννοιολογικής κατανόησης όσον αφορά στη διαχείριση κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων, υπάρχουν διάφορες απόψεις. Συγκεκριμένα, η Kuhn (1991), σύμφωνα με ερευνητικές εργασίες της, υποστηρίζει ότι η περίπλοκη εννοιολογική κατανόηση που σχετίζεται με το περιεχόμενο ενός θέματος δεν καθορίζει την ποιότητα των συλλογιστικών δεξιοτήτων που χρησιμοποιούνται στη διαχείριση του θέματος. Επίσης, άλλοι ερευνητές διαπίστωσαν σε έρευνές τους ότι δεν υπάρχει σημαντική

σχέση μεταξύ της ποιότητας συλλογισμού και εννοιολογικής κατανόησης του σχετικού θέματος (Means & Voss, 1996). Αντίθετα, ο Fleming (1986, 1986b) υποστηρίζει ότι η έλλειψη εννοιολογικής κατανόησης για ένα ζήτημα, εμποδίζει την ποιότητα του συλλογισμού για το σχετικό ζήτημα.

Οι Sadler και Zeidler (2004), διερεύνησαν, επίσης, το πώς η κατανόηση του επιστημονικού μέρους ενός SSI, σχετίζεται με την ποιότητα της μη τυπικής σκέψης στο πλαίσιο του SSI, καθώς και το πώς η κατανόηση του επιστημονικού μέρους ενός SSI, σχετίζεται με τα μοτίβα της μη τυπικής σκέψης στο πλαίσιο του SSI. Για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ως συγκείμενα θέματα γενετικής και ως μέσα συλλογής δεδομένων εξεταστικά δοκίμια και ημιδομημένες συνεντεύξεις σε μαθητές λυκείου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, προέκυψε ότι η κατανόηση του περιεχομένου του SSI σχετίζεται θετικά με την ποιότητα της μη τυπικής σκέψης στη διαπραγμάτευση των SSI. Δηλαδή, η έλλειψη εννοιολογικής κατανόησης για το εξεταζόμενο θέμα, επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα της μη τυπικής σκέψης. Όμως η ερευνητική αυτή εργασία δεν κατέδειξε ότι διαφορετικό επίπεδο γνώσεων, προωθεί διαφορετικούς τρόπους/μοτίβα μη τυπικής σκέψης. Επομένως η απάντηση στο δεύτερο ερώτημα της έρευνάς τους, για το πώς η κατανόηση του επιστημονικού μέρους ενός SSI, σχετίζεται με τα μοτίβα της μη τυπικής σκέψης στο πλαίσιο του SSI, η συσχέτιση είναι αρνητική.

Γενικά, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα SSI είναι ένα εργαλείο για την ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης (Cajas, 1999; Pedretti, 1999; Zeidler et al, 2002). Το πώς όμως η ανάπτυξη της εννοιολογικής κατανόησης και η δεξιότητα της μη τυπικής σκέψης μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση SSI είναι ένα ανοικτό ερώτημα προς διερεύνηση.

Ήθος και κοινωνικό-επιστημονικά θέματα

Σύμφωνα με διάφορους θεωρητικούς επιστήμονες (Blair, 1997; Nucci, 2001; Tisak, 1995; Turiel, 1983; Turiel & Smetana, 1984), το ήθος (morality) αποτελεί μια ουσιαστική πτυχή των διαφόρων συμβάντων, καταστάσεων ή ζητημάτων, ανεξάρτητα από την υφιστάμενη κουλτούρα. Τέτοια ηθικά ζητήματα είναι και τα SSI (Sadler & Zeidler, 2004).

Οι Sadler και Zeidler (2002) υποστηρίζουν ότι πολλά κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα, που σχετίζονται για παράδειγμα, με τη βιοτεχνολογία, τη γενετική μηχανική, περιβαλλοντικά θέματα, και θέματα δικαιωμάτων των ζώων, εμπεριέχουν ηθικά διλήμματα. Σειρά ειδικών για θέματα βιοηθικής και επιστήμονες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Pedretti, 1999; Zeidler, 1984; Sadler & Zeidler, 2004) υποστηρίζουν ότι η λήψη απόφασης για θέματα κοινωνικό-επιστημονικού περιεχομένου σχετίζεται/ επηρεάζεται από το ήθος και την ηθική του εμπλεκομένων και παράλληλα επηρεάζει το ήθος τους. Συγκεκριμένα, οι Sadler και Zeidler (2004), σε έρευνά τους με τίτλο: *The morality of SSI: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas*, διερεύνησαν τα ακόλουθα ερωτήματα:

1. Σε ποιο εύρος οι μαθητές λυκείου διαχειρίζονται θέματα γενετικής μηχανικής, ως ηθικά προβλήματα
2. Πώς ηθικές διαπιστώσεις επηρεάζουν τη διαχείριση και επίλυση θεμάτων γενετικής μηχανικής

3. Ποιοι άλλοι παράγοντες, πέραν από τους ηθικούς, επηρεάζουν τη λήψη απόφασης των μαθητών για θέματα γενετικής μηχανικής;

Στους συμμετέχοντες δόθηκαν δύο σενάρια που αφορούσαν στη γονιδιακή θεραπεία και στην κλωνοποίηση, και τους ζητήθηκε να τα διαβάσουν. Στη συνέχεια, έγιναν ημιδομημένες συνεντεύξεις στους συμμετέχοντες, στο πλαίσιο των οποίων τέθηκαν ερωτήσεις για τα συναισθήματα και τις τοποθετήσεις/απόψεις τους όσον αφορά τα συγκεκριμένα θέματα, για τη βαρύτητα των ηθικών τους απόψεων όσον αφορά τη λήψη απόφασης, για το πώς οι άλλοι άνθρωποι θα έπρεπε κατά την άποψή τους να αντιδρούν σε τέτοια θέματα. Τα αποτελέσματα των ημιδομημένων συνεντεύξεων χρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργήσουν το προφίλ των συμμετεχόντων για το πώς προσλαμβάνουν/ αντιμετωπίζουν και λύνουν διλήμματα που αφορούν στη γενετική μηχανική.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Sadler και Zeidler (2004), προκύπτει ότι η ηθική πτυχή των κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων απασχολεί τους μαθητές και ότι ο παράγοντας ήθος επηρεάζει τη λήψη απόφασής τους. Ανάλογα αποτελέσματα έχουν διατυπωθεί και από άλλους ερευνητές για περιβαλλοντικά θέματα (Pedretti, 1999; Zeidler & Schafer, 1984). Επομένως, οι καθηγητές θα ήταν καλό να αξιοποιούν SSI στην αίθουσα διδασκαλίας και να ενθαρρύνουν συζητήσεις για ζητήματα ηθικής, αρχών και αξιών και να εισάγουν φιλοσοφικές έννοιες όπως ωφελιμισμός και δεοντολογία (utilitarianism and deontology). Δεν συστήνεται οι καθηγητές να υποδεικνύουν στους μαθητές-φοιτητές τους πώς να διαχειρίζονται το θέμα του ήθους στη λήψη απόφασης για κοινωνικό-επιστημονικά θέματα, αλλά προωθώντας τη διερεύνηση πιθανών συνεπειών, αρχών και αξιών, συναισθημάτων και διαισθήσεων, οι εκπαιδευόμενοι θα αποκτήσουν εκείνες τις δεξιότητες που θα τους στηρίζουν στη λήψη απόφασης.

Μια άλλη σημαντική εργασία των Fowel, Zeidler και Sadler (2009) διερευνά το πώς η μακράς διάρκειας διδασκαλία με SSI επηρεάζει την ηθική ευαισθησία των μαθητών του Λυκείου (the effects of a SSI-driven year-long curriculum on the development of students moral sensitivity). Για το σκοπό της έρευνας, οι συγκεκριμένοι ερευνητές αξιοποίησαν ένα αναθεωρημένο δοκίμιο του Clarkeburn, (2002) που το ονόμασαν TESSplus, το οποίο έδωσαν στους μαθητές στην αρχή και στο τέλος της σχολικής χρονιάς ως προπειραματικό και μεταπειραματικό δοκίμιο. Οι μαθητές διαμοιράστηκαν σε πειραματική ομάδα και σε ομάδα ελέγχου. Στην πειραματική ομάδα, αξιοποιήθηκαν SSI (π.χ. θέματα για μεταμόσχευση οργάνων, ευθανασία, δίαιτες και βουλιμία, πλαστικές εγχειρίσεις, εμβόλια, έρευνα για βλαστικά κύτταρα κτλ), δόθηκε έμφαση σε ζητήματα που αφορούν στη φύση της επιστήμης, στην επιχειρηματολογία, στη συζήτηση (discourse) και στη λήψη απόφασης. Τα SSI ήταν τέτοια που στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης απαιτείτο η διαπραγμάτευση αξιών, η αντιμετώπιση, η υποστήριξη ή η απόρριψη νέων πληροφοριών. Συγκεκριμένα, οι μαθητές έπρεπε να υποστηρίζουν ισχυρισμούς, να αναλύουν δεδομένα και τις πηγές τους, να λαμβάνουν αποφάσεις ηθικού περιεχομένου, να ερμηνεύουν και να παρουσιάζουν πληροφορίες και αποτελέσματα στην ομάδα και να διαπραγματεύονται αντίθετες απόψεις. Η ομάδα ελέγχου ακολούθησε ένα πιο παραδοσιακό πρόγραμμα με εργαστηριακές δραστηριότητες, διαλέξεις, συζητήσεις και δίνοντας έμφαση στη φύση της επιστήμης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η αξιοποίηση των SSI για μακρύ χρονικό διάστημα επηρεάζουν την ηθική ευαισθησία των μαθητών.

Επίλογος

Σήμερα, στις δημοκρατικές κοινωνίες, ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι απαραίτητος. Η ανάπτυξή του απαιτεί επιστημονικές γνώσεις, γνώση για τη φύση της επιστήμης (Kolsto, 2001), δεξιότητες επιχειρηματολογίας, μη τυπικής σκέψης και ηθική ευαισθησία (Sadler, 2006; Sadler & Zeidler, 2005a). Υποστηρίζεται ότι η αξιοποίηση των SSI στη διδακτική διαδικασία μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη των πιο πάνω γνώσεων και δεξιοτήτων και στην προετοιμασία των μαθητών ως μελλοντικών επιστημονικά εγγράμματων πολιτών.

Αναφορές

Aikenhead, G.S. & Ryan, A.G. (1992). The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76, 477-491.

Bell, R.L. & Lederman, N.G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352-377.

Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563-581.

Cajas, F. (1999). Public understanding of science: Using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21, 765-773.

Fleming, R. (1986). Adolescent reasoning in socio-scientific issues. Part I: Social cognition, *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 677-687.

Fowler, S.R., Zeidler, D.L., & Sadler, T.D., (2009) Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science *International Journal of Science Education*, 31, 279 – 296.

Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). The discovery of grounded theory. Chicago: Aldine.

Hodson, D. (1994). Seeking directions for change: The personalization and politicization of science education. *Curriculum Studies*, 2, 71-98.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25, 645-670.

Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 341 -368.

King, P.M., & Kitchener, K.S. (2004). Reflective judgment: Theory and research on the development of epistemic assumptions through adulthood. *Educational Psychologist*, 39(1), 5-18.

King, P.M., & Kitchener, K.S. (1994). Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults. San Francisco: Jossey-Bass.

Kolstø, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291-310.

Kolstø, S.D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291-310.

Kolstø, S.D. (2001b). To trust or not to trust, - pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23, 877- 901.

Kuhn, D. (1991). The skills of argument. Cambridge: Cambridge University Press.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62, 155-178.

Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). Naturalistic inquiry. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Means, M.L. & Voss, J.F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, 14, 139-178.

Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99, 174-181.

Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In D.L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Press.

Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.

Sadler, T.D., Chambers, F.W., & Zeidler, D.L. (2004). Student conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26, 387-409.

Sadler, T.D. (2004b). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 513-536.

Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying Genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71-93.

Sadler, T.D. (2006). Promoting discourse and argument in science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 17, 323-346.

Turiel, E. (1983). The development of social knowledge: Morality and convention. Cambridge: Cambridge University Press.

Turiel, E. & Smetana, J. (1984). Social knowledge and social action: The coordination of domains. In W.M. Kurtines & J.L. Gewirtz (Eds.), *Morality, moral behavior, and moral development: Basic issues in theory and research* (pp. 261 -282). New York: John Wiley & Sons.

Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23, 815-832.

Zeidler, D.L. (2003). The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Zeidler, D. L. (2001). Participating in program development: Standard F. In D. Siebert & W. McIntosh (Eds.), *College pathways to the science education standards* (pp. 18–22). Arlington, VA: National Science Teachers Press.

Zeidler, D.L. (1984). Moral issues and social policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68, 411 -419.

Zeidler, D. L., & Lederman, N. G. (1989). The effect of teachers' language on students' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 771–783.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L., & Howes, E.V. (2005b). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Applebaum, S., Callahan, B. E., (2009). Advancing Reflective Judgment through Socioscientific Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 74-101.

Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A., & Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

Zeidler, D.L. & Schafer, L.E. (1984). Identifying mediating factors of moral reasoning in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 1 -15.

Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A., & Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.