



Ανάπτυξη της Προσωπικής Επιστημολογίας για την επιστήμη της Φυσικής & εφαρμογές στην εκπαίδευση

Πνευματικός Δ., Παπακανάκης Π.

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, dpneumat@uowm.gr

Οι πεποιθήσεις των ατόμων για τη φύση της γνώσης και τη διαδικασία του γινώσκειν φαίνεται ότι επηρεάζουν σημαντικά την εννοιολογική ανάπτυξη. Με βάση τις απόψεις που περιγράφουν την προσωπική επιστημολογία ως ένα σύνολο αλληλοσυνδεόμενων διαστάσεων οι οποίες αναπτύσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς και έχουν προκατάληψη ανά πεδίο γνώσης, στην παρούσα μελέτη διερευνώνται οι επιστημολογικές πεποιθήσεις των παιδιών και των εφήβων για την επιστήμη της Φυσικής. Στην έρευνα συμμετείχαν 280 μαθητές και μαθήτριες από τρεις ηλικιακές ομάδες (8.5, 11.5 και 14.5 χρόνων). Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν την ελληνική προσαρμογή του ερωτηματολογίου επιστημολογικών πεποιθήσεων των Conley, et al. (2004). Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τη δομή του ερωτηματολογίου, αναδεικνύοντας 4 διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας. Οι έλληνες μαθητές διαθέτουν ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις για την ανάπτυξη της γνώσης και την τεκμηρίωση του γινώσκειν. Οι επιστημολογικές τους πεποιθήσεις, ωστόσο, αναφορικά με την πηγή του γινώσκειν και τη σταθερότητα της γνώσης είναι ανώριμες. Συζητούνται εφαρμογές για τη διδασκαλία της Φυσικής.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο οι ερευνητές, που μελετούν την εννοιολογική κατανόηση, δίνουν έμφαση στον ρόλο της *προσωπικής επιστημολογίας* των ατόμων – των πεποιθήσεων για τη *φύση της γνώσης* και της *διαδικασίας του γινώσκειν* (Hofer & Pintrich, 1997) – στη μάθηση επιστημονικών εννοιών.

Κάποιοι ερευνητές που συνήθως αναφέρονται ως θιασώτες της *αναπτυξιακής προσέγγισης* (developmental approach) μελετούν την προσωπική επιστημολογία ως μια συνεκτική δομή η οποία αναπτύσσεται ακολουθώντας μια σειρά από διακριτές θέσεις (Perry, 1970), διακριτά στάδια (King & Kitchener, 1994) ή επίπεδα (Kuhn & Weinstock, 2002). Η Marlene Schommer (1990), αντίθετα, ορίζει την προσωπική επιστημολογία ως ένα σύστημα λίγο πολύ ανεξάρτητων πεποιθήσεων, οι οποίες δεν αναπτύσσονται ταυτόχρονα (Schommer, 1990, 1994). Η Schommer-Aikins (2002) δέχεται ότι είναι δυνατόν οι επιστημολογικές πεποιθήσεις να βρεθούν σε συμφωνία κάποιες στιγμές της ανάπτυξης, αλλά στην πραγματικότητα είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αναπτύσσονται ταυτόχρονα (σ. 110). Ανάλογα με το πότε μελετάται η προσωπική επιστημολογία είναι δυνατόν να είναι γενική ή να εξειδικεύεται ανά επιστημονικό πεδίο. Στην αρχή, για παράδειγμα, θα μπορούσε οι πεποιθήσεις να είναι γενικές και αδιαφοροποίητες, αλλά, καθώς το άτομο αναπτύσσεται και αποκτά εμπειρίες, τότε μπορεί να παρατηρηθεί διαφοροποίηση μεταξύ των διαφόρων διαστάσεων. Παρόμοιες θέσεις έχουν διατυπώσει και οι ερευνητές που περιγράφουν την προσωπική επιστημολογία ως ένα είδος *συνεπούς θεωρίας* (coherent theory) για τη γνώση και το γινώσκειν (Hofer, 2001, Hofer & Pintrich, 1997, Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Οι ερευνητές συμφωνούν ότι η προσωπική επιστημολογία συμπεριλαμβάνει ένα σύστημα από διακριτές διαστάσεις, οι οποίες στην πορεία της ανάπτυξης μπορεί και να βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα και τα άτομα μπορεί να



διαθέτουν διαφορετική προσωπική επιστημολογία για διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά κλπ.. Αντίθετα με τη Schommer, ωστόσο, υποστηρίζουν ότι μεταξύ των διαστάσεων υπάρχει μια σημαντική αλληλεξάρτηση. Η προσωπική επιστημολογία συνίσταται αρχικά σε ένα περιορισμένο αλλά σχετικά συνεπές επεξηγηματικό πλαίσιο πεποιθήσεων αναφορικά με τη φύση της γνώσης, το οποίο προοδευτικά παρουσιάζει την εικόνα της αποσπασματικότητας, καθώς κάποιες πεποιθήσεις φαίνεται να αλλάζουν ενώ κάποιες άλλες όχι (Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Αυτό θα σήμαινε ότι γενικές περιγραφές στη μελέτη της προσωπικής επιστημολογίας δεν έχουν κάποιο πρακτικό ενδιαφέρον για την εκπαίδευση, αλλά, αντίθετα, απαιτείται μελέτη της προσωπικής επιστημολογίας σε επιμέρους τομείς γνώσεων.

Αναφορικά με το ποιες διαστάσεις συνιστούν την προσωπική επιστημολογία οι ερευνητές έχουν διατυπώσει διαφορετικές απόψεις. Στην παρούσα μελέτη υιοθετήσαμε την άποψη του Paul Pintrich και των συνεργατών του, που περιγράφουν τέσσερις διαστάσεις προσωπικής επιστημολογίας (Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison, 2004). Δύο από αυτές η *σταθερότητα της γνώσης* (certainty of knowledge) και η *ανάπτυξη της γνώσης* (development of knowledge) αναφέρονται στη φύση της γνώσης (nature of knowledge). Οι άλλες δύο *πηγή* (source) και *τεκμηρίωση* (justification) αναφέρονται στη φύση του *γιγνώσκειν* (nature of knowing).

Η ανάπτυξη της προσωπικής επιστημολογίας

Οι πρώτες μελέτες του Perry (1970) ανέδειξαν ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις ακόμη και σε φοιτητές και υποστηρίχθηκε ότι η εμφάνιση ώριμων επιστημολογικών πεποιθήσεων απαιτεί την ολοκλήρωση της γνωστικής ανάπτυξης (πρβλ. Perry, 1970). Πρόσφατα, ωστόσο, όλο και περισσότεροι αναγνωρίζουν ότι ακόμη και τα μικρότερα παιδιά είναι σε θέση να διαθέτουν επιστημολογικές πεποιθήσεις συνδέοντας τις επιστημολογικές πεποιθήσεις με την κατάκτηση διαφόρων πτυχών της θεωρίας του νου (Kuhn & Weinstock, 2002). Ωστόσο, λίγες μόνον έρευνες εξέτασαν *άμεσα* τις επιστημολογικές πεποιθήσεις των παιδιών σχολικής ηλικίας, κυρίως στα πλαίσια κάποιας διδακτικής παρέμβασης (Conley, et al., 2004) και όχι με στόχο την μελέτη της ανάπτυξης της προσωπικής επιστημολογίας *per se*. Ο Pintrich (2002) υπέθεσε ότι άτομα διαφορετικών ομάδων (κοινωνικών, πολιτισμικών, προερχόμενα από διαφορετικές παραδόσεις εκπαίδευσης και διδασκαλίας) είναι πιθανόν να έχουν διαφορετικές άρρητες θεωρίες για τη γνώση, γεγονός που θα μπορούσε να δημιουργήσει και διαφορές ως προς την προσωπική τους επιστημολογία. Αν και οι Conley et al. (2004) δεν κατέγραψαν διαφορές φύλου ως προς τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις των παιδιών της Ε΄ τάξης του Δημοτικού, οι μισές περίπου μελέτες με ενήλικες και εφήβους ανέφεραν διαφορές φύλου (για επισκόπηση βλ. King & Kitchener, 2002, σ. 48-49).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα παιδιά είναι πιθανόν σε θέση από πολύ νωρίς να διαθέτουν ίσως και ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις και η ανάγκη για μελέτη της προσωπικής επιστημολογίας σε επιμέρους τομείς γνώσης. Επιπρόσθετα, παράγοντες πλαισίου (η κουλτούρα ενός πολιτισμού για τη γνώση, ή/και ο τρόπος διδασκαλίας των μαθημάτων) είναι πιθανόν να διευκολύνουν ή και να εμποδίζουν την ανάπτυξη της προσωπικής επιστημολογίας των παιδιών, Συνεπώς, συμπεράσματα που βασίστηκαν σε άλλους πληθυσμούς πιθανόν να είναι επισφαλής και επιβάλλεται η μελέτη της ανάπτυξης της προσωπικής επιστημολογίας μέσα στα πλαίσια διαφόρων εκπαιδευτικών συστημάτων. Στη μοναδική μελέτη για τις επιστημολογικές πεποιθήσεις Ελλήνων μαθητών και μαθητριών στη Φυσική (Stathopoulou & Vosniadou, 2007)

οι συμμετέχοντες ήταν μαθητές Λυκείου. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να διερευνήσει τις επιστημολογικές πεποιθήσεις των μαθητών για τη Φυσική πριν από τη φοίτησή τους στο Λύκειο. Τα ερωτήματα της έρευνας μπορούν να συνοψιστούν σε τρία:

1. Οι μαθητές και οι μαθήτριες εννοιοποιούν τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για την επιστήμη της Φυσικής ως μία ενιαία οντότητα ή με όρους διαφορετικών διαστάσεων;
2. Αν εννοιοποιούν τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για την επιστήμη της Φυσικής με όρους διαφορετικών διαστάσεων, ποιες είναι αυτές οι διαστάσεις;
3. Ποια είναι η σχέση αυτών των διαστάσεων με παράγοντες όπως η ηλικία και το φύλο; Ειδικότερα, τα παιδιά διαθέτουν ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις πριν την εφηβεία; Μήπως αρχικά οι επιστημολογικές τους πεποιθήσεις έχουν χαρακτηριστικά συνεπούς θεωρίας με ισχυρή εσωτερική συνέπεια όπως υπέθεσαν οι Stathoroulou & Vosniadou (2007) και αργότερα διακρίνονται σε επιμέρους διαστάσεις;

Μέθοδος

Συμμετέχοντες: Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 280 μαθητές ($N=136$) και μαθήτριες ($N=144$) από σχολεία της Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας ηλικίας 8.5 ($TA=.34$), 11.5 ($TA=.36$) και 14.5 ($TA=.30$) χρόνων αντίστοιχα. Το κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο των οικογενειών ήταν μέσο προς χαμηλό.

Έργα: Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν την ελληνική έκδοση του ερωτηματολογίου των Conley et al (2004) το οποίο προσαρμόστηκε με βάση μια προκαταρκτική μελέτη. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 26 προτάσεις τις οποίες οι ερευνητές αντιστοιχούν στις τέσσερις υποκλίμακες-πυρηνικές διαστάσεις των επιστημολογικών πεποιθήσεων: α) την *πηγή* του γινώσκειν (5 προτάσεις), β) την *σταθερότητα* της γνώσης (6 προτάσεις), γ) την *ανάπτυξη* της γνώσης (6 προτάσεις) και δ) στην *τεκμηρίωση* του γινώσκειν (9 προτάσεις) (οι προτάσεις του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1). Οι προτάσεις εκτιμήθηκαν με τη βοήθεια μιας 5-βαθμης κλίμακας τύπου Lickert (1_διαφωνώ απόλυτα, 5_συμφωνώ απόλυτα). Οι τιμές στις προτάσεις οι οποίες μετρούσαν την *πηγή* του γινώσκειν και τη *σταθερότητα* της γνώσης αντιστράφηκαν ώστε οι υψηλές τιμές σε όλες τις προτάσεις σε κάθε υποκλίμακα να αντανακλούν περισσότερο ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις.

Αποτελέσματα

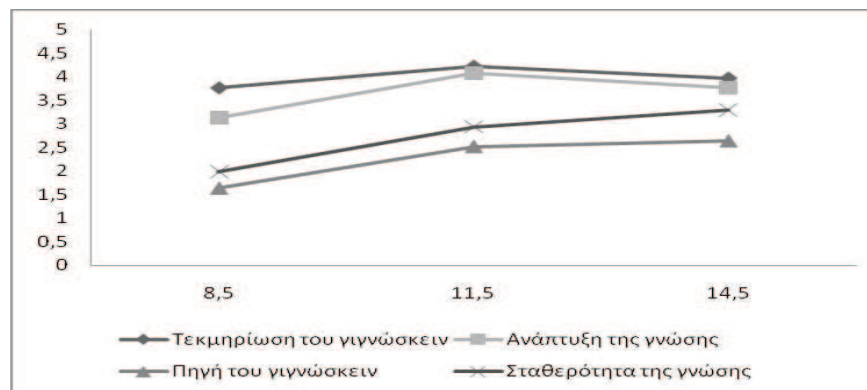
Η διερευνητική ανάλυση παραγόντων με ορθογώνια περιστροφή επιβεβαίωσε την υποτιθέμενη δομή του ερωτηματολογίου αναδεικνύοντας τέσσερις παράγοντες οι οποίοι αντιστοιχούν στις τέσσερις υποκλίμακες του ερωτηματολογίου και ερμηνεύουν το 54.4% της συνολικής διακύμανσης. Η δομή του ερωτηματολογίου όπως αναδύθηκε από την παραγοντική ανάλυση παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Στη συνέχεια, αθροίζοντας τις τιμές σε κάθε υποκλίμακα και βρίσκοντας το μέσο όρο, κατασκευάσαμε τέσσερις τιμές, μία για κάθε υποκλίμακα. Τιμές μεγαλύτερες του 3 θεωρήθηκαν ότι αντιπροσωπεύουν ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις (Conley, et al. 2004). Η πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA) 3 (ηλικίες) x 2 (φύλα) x 4 (υποκλίμακες-διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον τελευταίο παράγοντα έδειξε σημαντική πολυμεταβλητή (multivariate analysis)

**Πίνακας 1.** Παραγοντική ανάλυση

Προτάσεις	Παράγοντες				
	1	2	3	4	
Τεκμηρίωση του γινώσκειν ($\alpha=.85$)					
26. Στις Φυσικές Επιστήμες είναι καλό να έχεις κάποιες ιδέες πριν αρχίσεις μια επιστημονική έρευνα	.715				
23. Ένας καλός δρόμος (τρόπος) για να ξέρεις αν κάτι είναι αλήθεια στις Φυσικές Επιστήμες, είναι το να κάνεις μια επιστημονική έρευνα	.679				
21. Στις Φυσικές Επιστήμες είναι καλό να κάνεις περισσότερους από έναν ερευνητικούς ελέγχους, για να βεβαιωθείς για τα αποτελέσματα της έρευνάς σου	.677				
18. Ιδέες για επιστημονικές αποδείξεις προέρχονται από περιέργεια και σκέψη πάνω σε θέματα των Φυσικών Επιστημών	.671				
19. Στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από ένας δρόμοι (τρόποι), ώστε οι επιστήμονες να ελέγξουν τις ιδέες τους	.664				
24. Οι καλές απαντήσεις στις Φυσικές Επιστήμες είναι βασισμένες σε αποδείξεις που προέρχονται από πολλές διαφορετικές επιστημονικές έρευνες	.663				
22. Καλές ιδέες στο χώρο των Φυσικών Επιστημών μπορεί να προέλθουν από τον καθένα κι όχι μόνο από επιστήμονες	.659				
20. Ένα σημαντικό κομμάτι των Φυσικών Επιστημών είναι το να γίνονται επιστημονικές έρευνες, για να δημιουργούνται νέες ιδέες πάνω στα διάφορα θέματά τους	.648				
25. Νέες ιδέες στις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να προκύψουν από δικές σου ερωτήσεις και επιστημονικές έρευνες	.574				
Ανάπτυξη της γνώσης ($\alpha=.83$)					
15. Οι ιδέες στις Φυσικές Επιστήμες μερικές φορές αλλάζουν	.802				
13. Οι ιδέες στα βιβλία των Φυσικών Επιστημών μερικές φορές αλλάζουν	.798				
17. Μερικές φορές οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών αλλάζουν τη γνώμη τους για το τι είναι αλήθεια σε διάφορα θέματα της επιστήμης τους	.774				
12. Μερικές ιδέες στο χώρο των Φυσικών Επιστημών σήμερα είναι διαφορετικές από ότι οι επιστήμονες πίστευαν ως αλήθεια παλιότερα	.706				
16. Νέες ανακαλύψεις στις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να αλλάξουν αυτά που οι επιστήμονες νόμιζαν ότι ήταν αλήθεια	.699				
14. Υπάρχουν μερικές ερωτήσεις στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, που ακόμη και οι επιστήμονες δεν μπορούν να απαντήσουν	.654				
Σταθερότητα της γνώσης ($\alpha=.83$)					
8. Οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών γνωρίζουν πολύ καλά τα θέματα της επιστήμης τους, δεν υπάρχουν και πολλά επιπλέον για να μάθουν	.751				
10. Τα αποτελέσματα μιας επιστημονικής έρευνας, που προκύπτει από μια σειρά πειραμάτων, είναι η μόνη απάντηση στο θέμα	.747				
11. Οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών πάντοτε συμφωνούν σχετικά με το τι είναι αλήθεια στην επιστήμη τους	.739				
9. Το πιο σημαντικό μέρος του να ασχολείσαι επιστημονικά με τις Φυσικές Επιστήμες είναι ότι βρίσκεις τελικά τη σωστή απάντηση	.689				
6. Όλες οι ερωτήσεις στις Φυσικές Επιστήμες έχουν μία σωστή απάντηση	.657				
7. Η επιστημονική γνώση στο χώρο των Φυσικών Επιστημών είναι πάντοτε αλήθεια	.616				
Πηγή του γινώσκειν ($\alpha=.82$)					
3. Οτιδήποτε λέει ο/η εκπαιδευτικός στη σχολική αίθουσα την ώρα του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών, είναι αλήθεια	.789				
2. Στις Φυσικές Επιστήμες πρέπει να πιστεύεις αυτά που γράφουν τα επιστημονικά βιβλία για τα διάφορα θέματα	.786				
1. Καθένας πρέπει να πιστεύει αυτά που οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών λένε	.734				
4. Αν διαβάσεις κάτι στο βιβλίο των Φυσικών Επιστημών, μπορείς να είσαι σίγουρος ότι είναι αλήθεια	.728				
5. Μόνο οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών γνωρίζουν σίγουρα τι είναι αλήθεια στην επιστήμη τους	.473				
Ποσοστό (%) εξηγουμένης διακύμανσης	54.40	16.10	13.70	13.70	10.90
Ιδιαιμιά		5.855	4.733	2.065	1.496

Σημείωση: Όλες οι φορτίσεις κάτω του .35 παραλείπονται. Οι αριθμοί 1-26 δηλώνουν την σειρά των προτάσεων στο ερωτηματολόγιο. κύρια επίδραση της διάστασης της προσωπικής επιστημολογίας (Pillais $F_{(3,272)}=173.255$ $p<.001$) και σημαντική την αλληλεπίδραση ηλικίας - διάστασης (Pillais $F_{(6,546)}=7.468$ $p<.001$). Καμία όμως σημαντική επίδραση ή αλληλεπίδραση του φύλου δε βρέθηκε. Έτσι, το φύλο αποκλείστηκε από τις επόμενες αναλύσεις και οι αναλύσεις επικεντρώθηκαν στην μελέτη της αλληλεπίδρασης ηλικίας και διάστασης. Παρόμοια, η μονομεταβλητή ανάλυση (univariate analysis) έδειξε σημαντική την κύρια επίδραση της διάστασης ($F_{(3,822)}=261.036$ $p<.001$) και την αλληλεπίδραση ηλικίας και διάστασης ($F_{(6,822)}=8.645$, $p<.001$). Με άλλα λόγια, η αναπτυξιακή πορεία διαφέρει στις τέσσερις διαστάσεις (πρβλ. Σχήμα 1).

Σχήμα 1. Η αναπτυξιακή πορεία των διαστάσεων της Προσωπικής Επιστημολογίας



Τέσσερις αναλύσεις διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA), μία για κάθε διάσταση έδειξαν τη διαφορετική αναπτυξιακή πορεία των τεσσάρων διαστάσεων της προσωπικής επιστημολογίας που μελετήθηκαν. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σημαντική ανάπτυξη ($F_{(2,277)}=39.039$, $p<.001$) των επιστημολογικών πεποιθήσεων για τη διάσταση *πηγή του γινώσκειν* χωρίς, ωστόσο, καμία ηλικιακή ομάδα να έχει επιδείξει ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις (MO=1.64, TA=.618, MO=2.52, TA=1.00, MO=2.64, TA=.868 για τις ηλικίες των 8.5, 11.5 και 14.5 αντίστοιχα). Ο έλεγχος Tukey για διομαδικές συγκρίσεις ανέδειξε σημαντική την ανάπτυξη της διάστασης αυτής κατά τη διάρκεια της σχολικής ηλικίας ($p<.001$) αλλά όχι κατά την μετάβαση από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο ($p=.598$). Σημαντική ανάπτυξη ($F_{(2,277)}=56.951$, $p<.001$) παρατηρήθηκε και στη διάσταση *σταθερότητα της γνώσης*. Εδώ όμως φαίνεται ότι αν και τα μικρότερα παιδιά διαθέτουν ανώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις σχετικά με την *σταθερότητα της γνώσης* (MO=1.98, TA=.781), προς το τέλος της σχολικής ηλικίας έχουν αναπτυχθεί σημαντικά (Tukey $p<.001$) αποκτώντας οριακά ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις (MO=2.94, TA=1.01), ενώ συνεχίζεται η ανάπτυξη (αν και με πιο αργούς ρυθμούς, Tukey $p=.015$) και μετά τη φοίτησή τους στο Γυμνάσιο (MO=3.30, TA=.799). Ανάπτυξη παρατηρείται και ως προς τη διάσταση της *ανάπτυξης της γνώσης* ($F_{(2,277)}=24.436$, $p<.001$), αλλά και της διάστασης της *τεκμηρίωσης του γινώσκειν* ($F_{(2,277)}=8.193$, $p<.001$). Τα παιδιά, ωστόσο, φαίνεται να διαθέτουν από πολύ νωρίς ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις τόσο για τη διάσταση *ανάπτυξης της γνώσης* (MO=3.13, TA=1.247, MO=4.08, TA=.766, MO=3.77, TA=.753 για τις τρεις ηλικιακές ομάδες αντίστοιχα) όσο και της διάστασης της *τεκμηρίωσης του γινώσκειν* (MO=3.77, TA=1.01, MO=4.22, TA=.583, MO=3.97, TA=.674 για τις τρεις ηλικιακές ομάδες αντίστοιχα). Σημαντική ανάπτυξη, ωστόσο, παρατηρείται κατά τη φοίτηση στο Δημοτικό σχολείο τόσο για τη διάσταση της *ανάπτυξης της γνώσης* (Tukey $p<.001$) όσο και ως προς τη διάσταση της *τεκμηρίωσης του γινώσκειν* (Tukey $p<.001$). Κατά τη διάρκεια της



φοίτησής τους στο Γυμνάσιο ωστόσο, όχι μόνον δεν παρατηρείται περεταίρω ανάπτυξη ως προς τις δύο αυτές διαστάσεις, αλλά φαίνεται να υπάρχει και μια μικρή (αλλά όχι στατιστικώς σημαντική Tukey $p=.071$ & $p=.070$ αντίστοιχα) παλινδρόμηση.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι τα σχολικής και πρώτης εφηβικής ηλικίας εννοιοποιούν τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για την επιστήμη της Φυσικής ως διαφορετικές διαστάσεις και όχι ως μια ενιαία οντότητα. Η ανάλυση παραγόντων ανέδειξε τέσσερις παράγοντες με υψηλές αλληλοσυσχετίσεις και ψυχολογικό νόημα. Δύο από αυτές αναφέρονται στη *φύση της γνώσης (ανάπτυξη και σταθερότητα)* και δύο στη *φύση του γινώσκειν (πηγή και τεκμηρίωση)*. Ήδη από τα 8.5 χρόνια τα παιδιά διακρίνουν τις τέσσερις διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας. Είναι πιθανόν, ωστόσο, τα παιδιά να εννοιοποιούν ως ενιαία οντότητα την προσωπική τους επιστημολογία, όπως υποστήριξαν οι Stathopoulou & Vosniadou (2007), σε προηγούμενα χρόνια. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, ωστόσο, δεν επιβεβαίωσαν τις έρευνες που καταγράφουν διαφορές φύλου στις επιστημολογικές πεποιθήσεις των παιδιών σε καμία από τις διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας.

Παρόλο που τα παιδιά διακρίνουν τις τέσσερις διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας, δε διαθέτουν ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις για όλες τις διαστάσεις. Ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις ($MO > 3$) διαθέτουν για την *τεκμηρίωση* του γινώσκειν και για την *ανάπτυξη* της γνώσης τα παιδιά όλων των ηλικιακών ομάδων. Δε συμβαίνει όμως το ίδιο και με τις άλλες δύο διαστάσεις, για τις οποίες ώριμες πεποιθήσεις εμφανίζονται ώριμες πεποιθήσεις προς το τέλος της πρώτης εφηβικής ηλικίας αναφορικά με την *σταθερότητα* της γνώσης, ενώ για τη διάσταση της *πηγής* του γινώσκειν οι ανώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις δεν εγκαταλείφθηκαν ούτε στο τέλος της πρώτης εφηβικής ηλικίας. Με άλλα λόγια, τα παιδιά ήδη από τα πρώτα χρόνια του Δημοτικού σχολείου αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα κριτικής αναζήτησης και αξιολόγησης διαφόρων ανταγωνιστικών απόψεων για ένα θέμα και την αξία των πειραμάτων (*τεκμηρίωση*). Αναγνωρίζουν επίσης ότι η γνώση των Φυσικών επιστημών έχει προκύψει μέσα από συνεχείς αλλαγές και τροποποιήσεις (*ανάπτυξη*). Μόνον προς το τέλος του Γυμνασίου, ωστόσο, αρχίζουν κάπως να αναγνωρίζουν ότι η γνώση που διαθέτουμε σήμερα στις Φυσικές επιστήμες μπορεί στο μέλλον να αλλάξει και ότι για αυτά που είναι καταγεγραμμένα στα βιβλία της Φυσικής κάποιος επιστήμονες μπορεί και να διαφωνούν (*σταθερότητα*). Εμμένουν, ωστόσο, στην άποψη ότι η αυθεντία των ειδικών επιστημόνων της Φυσικής και της καταγεγραμμένης γνώσης αποτελεί την μοναδική εγγύηση για την εγκυρότητα της γνώσης στις Φυσικές επιστήμες (*πηγή του γινώσκειν*).

Γιατί όμως τα παιδιά δυσκολεύονται να αποδεχθούν ότι η γνώση όπως έχει καταγραφεί στις πηγές και εκφράζεται από τις αυθεντίες θα αλλάξει, αν και αποδέχονται ότι η γνώση προκύπτει μέσα από μια διαδικασία διαρκούς αναζήτησης και πειραματικής τεκμηρίωσης (*τεκμηρίωση*) και κυρίως ότι οι επιστημονικές ιδέες υπόκεινται σε συνεχείς αλλαγές ή ότι οι ανακαλύψεις οδηγούν τους επιστήμονες να αναθεωρήσουν αυτό που προηγούμενα θεωρούσαν ως αληθινό (*ανάπτυξη*); Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι τα παιδιά όταν εκφράζουν τις πεποιθήσεις τους για την ανάπτυξη της γνώσης αναφέρονται σε ερωτήματα και μελλοντικές αναζητήσεις σε χώρους που η επιστήμη δεν έχει ασχοληθεί μέχρι τώρα και να τεκμηριώσει τη γνώση της. Αν αυτό γίνει ποτέ και καταγραφεί στα βιβλία τότε δεν υπάρχει λόγος να αλλάξει. Έτσι, η γνώση είτε είναι σωστή και καταγράφεται στα βιβλία και παραδίδεται ως παρακαταθήκη στις επόμενες γενιές,

είτε είναι λανθασμένη και απορρίπτεται. Αυτή η πεποίθηση φαίνεται να ακολουθεί και τους πρωτοετείς τουλάχιστον φοιτητές, όπως έδειξαν προηγούμενες έρευνες (π.χ. Perry, 1970), οι οποίοι εκφράζουν ένα *δυναλισμό* (είναι ή σωστές ή λανθασμένες) για τις επιστημονικές απόψεις.

Προτάσεις για τη διδακτική της Φυσικής

Δύο σημεία των αποτελεσμάτων έχουν συνέπειες στη διδακτική της Φυσικής. Πρώτον, η παρούσα έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές διαθέτουν ήδη από την σχολική ηλικία ώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις για την *ανάπτυξη* της γνώσης, αλλά όχι και για την *πηγή* του γινώσκειν και τη *σταθερότητα* της γνώσης. Είναι γνωστό ότι τα άτομα που έχουν ανώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις για την *πηγή* του γινώσκειν έχουν χαμηλές επιδόσεις στην κατανόηση κειμένων (Schommer, Crouse, & Rhodes, 1992), στην μετακατανόηση (Schommer, 1990), στη λύση προβλημάτων (Schraw, Dunkle, & Bendixen, 1995), στη μεταβίβαση της μάθησης (Jacobson & Spiro, 1995), αλλά και στην εννοιολογική αλλαγή (π.χ. Sinatra & Pintrich, 2003). Οι πεποιθήσεις των μαθητών για την *πηγή* της γνώσης, ωστόσο, δεν είναι ανάμεσα στους ισχυρούς προβλεπτικούς παράγοντες της κατανόησης των εννοιών Φυσικής, όπως είναι οι πεποιθήσεις τους για τη *σταθερότητα* και την *ανάπτυξη* της γνώσης (Stathopoulou & Vosniadou, 2007). Οι επιστημολογικές πεποιθήσεις των Ελλήνων μαθητών για τη *σταθερότητα* της γνώσης φάνηκε να αποκτούν οριακά χαρακτηριστικά ώριμων επιστημολογικών πεποιθήσεων προς το τέλος της πρώτης εφηβείας. Είναι δε γνωστό ότι τα άτομα που θεωρούν ότι η γνώση είναι *σταθερή* και δεν αλλάζει αφού πάντοτε προσεγγίζει την απόλυτη αλήθεια, είναι πιθανότερο να σκεφτούν επιφανειακά (Kardash & Scholes, 1996) και να παρερμηνεύσουν αμφισβητούμενες μαρτυρίες (Schommer, 1990), να εμποδίζονται στην εννοιολογική κατανόηση (Vosniadou & Stathopoulou, 2007) και, τελικά, χαμηλές σχολικές επιδόσεις (Trautwein & Lodtke, 2007). Αυτό σημαίνει ότι οι ανώριμες επιστημολογικές πεποιθήσεις των ελλήνων μαθητών για την σταθερότητα της γνώσης είναι πολύ πιθανόν να εξηγούν ένα μέρος της αποτυχίας τους στην κατανόηση των εννοιών της Φυσικής. Διδακτικές παρεμβάσεις που θα λαμβάνουν υπόψη τους την ανάπτυξη των επιστημολογικών πεποιθήσεων των μαθητών αναφορικά με τη σταθερότητα της γνώσης και την πηγή του γινώσκειν θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη βελτίωση των επιδόσεών τους.

Δεύτερον, είναι γνωστό ότι οι επιστημολογικές πεποιθήσεις επηρεάζουν τη μάθηση μέσα στην τάξη είτε *άμεσα* – διευκολύνοντας ή εμποδίζοντας την εννοιολογική κατανόηση (Stathopoulou & Vosniadou, 2007) – είτε *έμμεσα* – διαμεσολαβώντας στις γνωστικές και μεταγνωστικές διαδικασίες, ή παράγοντες κινήτρων (Schommer-Aikins, 2002), αλλά και ότι επηρεάζονται από τον τρόπο διδασκαλίας. Ωστόσο, ακόμη και οι πιο καλά οργανωμένες διδασκαλίες που δίνουν έμφαση στην ανακάλυψη, συνήθως θέτουν ερωτήματα τα οποία οδηγούν σε ανακάλυψη ήδη καταγεγραμμένων επιστημονικών ιδεών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να γνωρίσουν μεν οι μαθητές τη μεθοδολογία *τεκμηρίωσης* της γνώσης, αλλά, αν δεν αναστοχαστούν πάνω στη διαδικασία για τη φύση της γνώσης, να μην είναι σε θέση να αλλάξουν τις πεποιθήσεις τους για την αυθεντία των επιστημονικών βιβλίων και των επιστημόνων και να αμφισβητήσουν κάτι που έχει ήδη τεκμηριωθεί από τους επιστήμονες. Μόνο μια προσέγγιση η οποία θα ξεκινούσε από προγενέστερα διατυπωμένες επιστημονικές απόψεις και θα προκαλούσε τους μαθητές να τις αναπτύξουν, θα έδινε τη δυνατότητα στους μαθητές να βιώσουν τη διαδικασία παραγωγής της επιστημονικής γνώσης και να αναστοχαστούν πάνω σε αυτή, ώστε να αλλάξουν τις ήδη εδραιωμένες επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και του γινώσκειν, με απώτερο στόχο να επιχειρήσουν να αμφισβητήσουν και να αναπτύξουν περεταίρω και τις σύγχρονες επιστημονικές απόψεις.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., and Unger, C. (1989). An experiment is when you try it and see if it works: A study of grade 7 students understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514–529.
- Conley, A., Pintrich, P., Vekiri I., and Harrisson D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13, 353–383.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88–140.
- Jacobson, M. J., & Spiro, R. J. (1995). Hypertext learning environments, cognitive flexibility, and the transfer of complex knowledge: An empirical investigation. *Journal of Educational Computing Research*, 12, 301–333.
- Kardash, C. M., & Scholes, R. J. (1996). Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational Psychology*, 88, 260–271.
- King, M. and Kitchener, S. (2002). The reflective judgment model: Twenty years of research on epistemic cognition. In B. Hofer & P. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp.38–61). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- King, M. and Kitchener, S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kuhn, D., and Weinstock, M. (2002). What is epistemological thinking and why does it matter? In B. Hofer & P. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp.121–144). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Perry, W. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years*. New York: Holt.
- Pintrich, P. (2002). Future challenges and directions for theory and research on personal epistemology. In B. K. Hofer & Paul R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 389–414). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498–504.
- Schommer, M. (1994). An emerging conceptualization of epistemological beliefs and their role in learning. In R. Garner & P. A. Alexander (Eds.), *Beliefs about text and instruction with text* (pp. 25–40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schommer, M., Crouse, A., & Rhodes, N. (1992). Epistemological beliefs and mathematical text comprehension: Believing it is simple does not make it so. *Journal of Educational Psychology*, 82, 435–443.
- Schommer-Aikins, M. (2002). An evolving theoretical framework for an epistemological belief system. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 103–118). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schraw, G., Bendixen, L. D., & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the Epistemic Belief Inventory (EBI). In B. K. Hofer, & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 261–275). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (Eds.). (2003). The role of intentions in conceptual change learning. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 1–18). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Stathopoulou, C., & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology* 32, 255–281.

Trautwein, U., Lødtke, O. (2007). Epistemological beliefs, school achievement, and college major: A large-scale longitudinal study on the impact of certainty beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 348–366.