

Η ανάπτυξη της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου Εκπαιδευτικών στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος S.T.E.M. της Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.

Ψυχάρης Σαράντος¹, Δουκάκης Σπυρίδων²

¹ Καθηγητής, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.)

² Διδάσκων, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.)

Περίληψη

Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μεταπτυχιακών φοιτητών του Π.Μ.Σ. «Διδακτική στις Φυσικές Επιστήμες, στην Πληροφορική και την Υπολογιστική Επιστήμη, τα Μαθηματικά και την Επιστήμη των Μηχανικών (Master of Science in Science, Technology, Engineering and Mathematics)» στην Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. αξιοποιείται το μοντέλο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου ώστε οι εκπαιδευόμενοι να αποκτούν γνώσεις στα υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης και να είναι σε θέση να αναπτύσσουν εκπαιδευτικά σενάρια χρησιμοποιώντας την ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση, να συγγράφουν ερευνητικές εργασίες και να περιγράφουν επιστημολογικά μοντέλα διδασκαλίας. Στην εργασία παρουσιάζεται η δόμηση του προγράμματος ώστε να συνδυάζονται οι τεχνολογικές γνώσεις με την παιδαγωγική και την ολοκλήρωση της υπολογιστικής επιστήμης στη διδακτική στο πλαίσιο του S.T.E.M..

Λέξεις Κλειδιά: Μεταπτυχιακές Σπουδές, S.T.E.M., Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., TRACK

1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) συνδέεται άμεσα με την κοινωνία της πληροφορίας και της γνώσης, αφού οι ψηφιακές τεχνολογίες συνεισφέρουν στην επίλυση επιστημονικών και κοινωνικών προβλημάτων και στη δημιουργία νέων επαγγελμάτων και θέσεων εργασίας [1]. Όσον αφορά την εκπαίδευση, η αξιοποίηση των Τ.Π.Ε. είναι σημαντική και για το λόγο αυτό η Πολιτεία παρέχει σχετικά προγράμματα επιμόρφωσης.

Τα τελευταία χρόνια εμφανίσθηκε σε διεθνές επίπεδο ο όρος S.T.E.M. (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ως ένας νέος τρόπος/παράδειγμα σύνδεσης που ξεπερνά τον παραδοσιακό τρόπο αξιοποίησης των Τ.Π.Ε. με την Διδακτική και την μάθηση συγκεκριμένων γνωστικών αντικειμένων, ώστε να επιτευχθεί το πέρασμα από την χρήση των Τ.Π.Ε. στην διδακτική και παιδαγωγική ενοποίηση των Τ.Π.Ε. με τα γνωστικά αντικείμενα των Θετικών Επιστημών μέσω της μεθοδολογίας της υπολογιστής επιστήμης για την εκπαίδευση.

Ταυτόχρονα οι δράσεις S.T.E.M. έφεραν στο προσκήνιο τη γνωστική περιοχή της Υπολογιστικής Επιστήμης και τον Υπολογιστικό τρόπο σκέψης (Computational Thinking), η οποία: α) περιλαμβάνει θεμελιώδεις αρχές (όπως την θεωρία των υπολογισμών) και β) ενσωματώνει τεχνικές και μεθόδους για να επιλύει προβλήματα και να προάγει τη γνώση (π.χ. την αφαιρετική λογική και την αιτιολόγηση) περιέχοντας τον υπολογιστικό τρόπο σκέψης [2]. Στην Υπολογιστική Επιστήμη, ο σχεδιασμός, η θεωρητική ανάλυση και ο πειραματισμός βασίζονται στη δομή του πεδίου S.T.E.M. διατηρώντας όμως μια δυαδική σχέση μεταξύ της μεθοδολογίας S.T.E.M. και των γνωστικών αντικειμένων που το συνθέτουν.

Αυτός ο τρόπος προσέγγισης των Τ.Π.Ε. ξεπερνά τα καθιερωμένα πρότυπα χρήσης εργαλείων και εστιάζει στη μοντελοποίηση –ως βασική διδακτική μονάδα– και σε

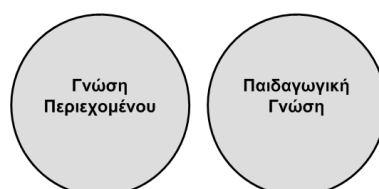
μεθόδους προσομοίωσης αυθεντικών φαινομένων και διεργασιών, ενώ συνδέεται άμεσα με την διερευνητική/ανακαλυπτική μαθησιακή και διδακτική ακολουθία [3].

Ο βασικός στόχος του μεταπτυχιακού προγράμματος ειδίκευσης στην «Διδακτική στις Φυσικές Επιστήμες, στην Πληροφορική και την Υπολογιστική Επιστήμη, τα Μαθηματικά και την Επιστήμη των Μηχανικών στην Εκπαίδευση (Master of Science in Science, Technology, Engineering and Mathematics)», είναι η ειδίκευση των εκπαιδευόμενων σε μεθόδους μοντελοποίησης και προσομοίωσης που συνδυάζουν την Υπολογιστική Επιστήμη και την Επιστήμη των Υπολογιστών με τα γνωστικά αντικείμενα του S.T.E.M., ενταγμένες σε ένα σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο.

Για την επίτευξη των παραπάνω κρίθηκε σημαντική η συνύπαρξη τόσο ενός θεωρητικού όσο και ενός πρακτικού πλαισίου που θα ενισχύει την εκπαίδευση των μεταπτυχιακών φοιτητών. Στις επόμενες παραγράφους, θα προσεγγιστεί αρχικά το πλαίσιο της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Technological Pedagogical Content Knowledge, T.P.A.C.K.) και στη συνέχεια θα επιχειρηθεί η σύνδεσή του με το πρόγραμμα S.T.E.M..

2. Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και μετά, καταγράφονται ερευνητικές μελέτες που αναλύουν τη γνώση που διαθέτουν ή χρειάζεται να διαθέτουν οι εκπαιδευτικοί. Ο Lee Shulman [4] είναι ένας από τους πρωτεργάτες στην οριοθέτηση του όρου «γνώση των εκπαιδευτικών». Αρκετές δεκαετίες πριν την δημοσίευσή του Shulman, η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών εστίαζε αποκλειστικά στη Γνώση Περιεχομένου (Γ.Π.) που καλούνταν να διδάξουν, ενώ μερικά χρόνια πριν την δική του ερευνητική παρέμβαση η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών σε θέματα Παιδαγωγικής και πρακτικής στην τάξη ήταν αποκομμένη από το γνωστικό αντικείμενο και ορισμένες φορές σε βάρος της Γνώσης Περιεχομένου [5] (Εικόνα 1).



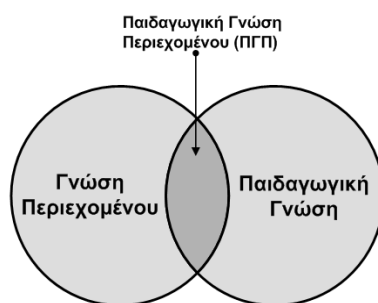
Εικόνα 1. Οι δύο κύκλοι που αναπαριστούν τη Γνώση Περιεχομένου (Γ.Π.) και την Παιδαγωγική Γνώση (Π.Γ.) στο [5].

Η Γνώση Περιεχομένου θα μπορούσε να προσδιοριστεί ως η γνώση συγκεκριμένου μέρους του γνωστικού αντικείμενου που καλείται ο εκπαιδευτικός να διδάξει ή ο εκπαιδευόμενος να διδαχτεί. Το περιεχόμενο δεν ταυτίζεται με το γνωστικό αντικείμενο και διαφοροποιείται ανάλογα με το πλαίσιο, στο οποίο ο εκπαιδευτικός διδάσκει [5].

Η Παιδαγωγική Γνώση (Π.Γ.) είναι η γνώση που έχει σχέση με τη διαδικασία και τις πρακτικές ή τις μεθόδους διδασκαλίας και μάθησης και περιλαμβάνει τους συνολικούς εκπαιδευτικούς σκοπούς, τις αξίες και τους στόχους διδασκαλίας και μάθησης. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η Παιδαγωγική Γνώση είναι ένα είδος ευρείας γνώσης και ταυτόχρονα αρκετά περιεκτική, που εκτός των άλλων, ασχολείται με τη γενικότερη θεώρηση της διδασκαλίας και της μάθησης [6]. Έτσι, η παιδαγωγική περιλαμβάνει τη διδακτική, δηλαδή τις στρατηγικές και τις προσεγγίσεις για τη διδασκαλία ενός γνωστικού αντικείμενου, οι οποίες ενδέχεται να διαφέρουν

από αντικείμενο σε αντικείμενο ή από ένα τμήμα ύλης σε σχέση με άλλο. Οι προσωπικές πεποιθήσεις, η πρακτική εμπειρία και ο προβληματισμός που αναπτύσσουν οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της Παιδαγωγικής Γνώσης τους [7].

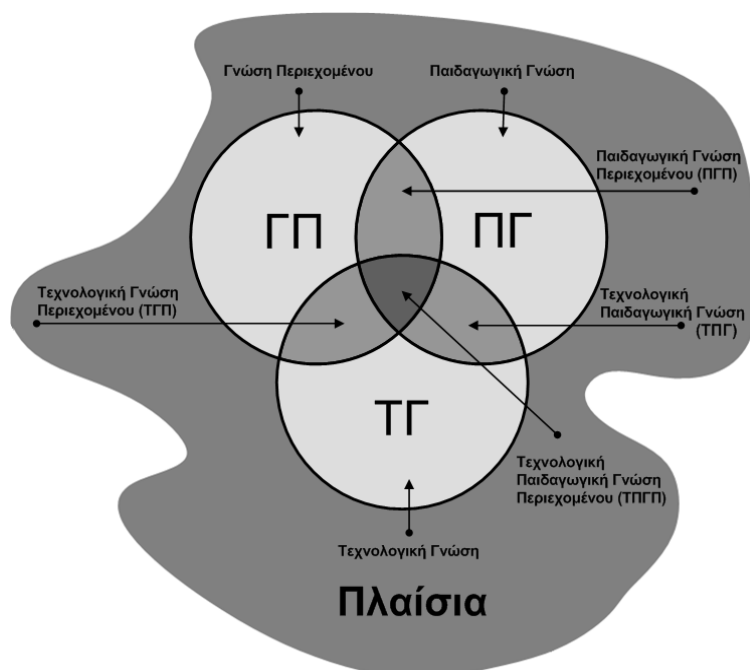
Ο Lee Shulman υποστήριξε ότι η Γνώση Περιεχομένου και η Παιδαγωγική Γνώση, αν και αναγκαίες, δεν επαρκούν για να προσδιοριστεί ολοκληρωμένα η γνώση ενός εκπαιδευτικού. Έτσι, παρουσίασε την ιδέα της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (Π.Γ.Π.), συνδέοντας τη Γνώση Περιεχομένου με την Παιδαγωγική Γνώση (Εικόνα 2) και υποστήριξε ότι η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου «είναι η ανάμειξη του περιεχομένου και της παιδαγωγικής στην οργάνωση, αναπαράσταση και προσαρμογή στα διαφορετικά ενδιαφέροντα και στις διαφορετικές ικανότητες των μαθητών, καθώς και στον τρόπο που επιχειρείται η διδασκαλία συγκεκριμένων θεμάτων, προβλημάτων ή ζητημάτων» [4, σ. 8-9]. Φαίνεται, λοιπόν, ότι ο εκπαιδευτικός με ανεπτυγμένη Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου μπορεί να προλαβαίνει τις συνήθεις παρανοήσεις των μαθητών και να διαθέτει τρόπους ώστε να αντεπεξέλθουν οι μαθητές σε αυτές τις δυσκολίες, μπορεί να δημιουργεί συνδέσεις μεταξύ διαφορετικών ιδεών, να στηρίζεται στην προηγούμενη τους γνώση, να έχει στη «φαρέτρα» του ποικίλες διδακτικές προσεγγίσεις διαθέτοντας ευελιξία η οποία προκύπτει από την αναζήτησή του για εναλλακτικούς τρόπους, ώστε να είναι σε θέση να εξηγεί την ίδια ιδέα ή πρόβλημα [5]. Στο επίκεντρο της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου βρίσκεται ο μετασχηματισμός του περιεχομένου, ώστε να μπορεί να διδαχτεί με κατάλληλο για τους μαθητές τρόπο.



Εικόνα 2. Η τομή των δύο κύκλων που αναπαριστά την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Π.Γ.Π.) στο [5].

Η προσπάθεια ένταξης των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία και τη μάθηση οδήγησαν την τελευταία δεκαετία στη μελέτη και ανάπτυξη κατάλληλων θεωρητικών πλαισίων [8, 9, 10]. Οι ερευνητές αναφέρθηκαν στην «Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου». Πιο συγκεκριμένα οι Mishra & Koehler στο [10] ανέπτυξαν ένα θεωρητικό εννοιολογικό μοντέλο στο χώρο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, με στόχο την ένταξη των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία και μάθηση που προσδιόρισαν ως Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (Τ.Π.Γ.Π., Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK). Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στις θέσεις της Niess στο [8] και επεκτείνει το υπάρχον πλαίσιο του Shulman [4]. Με τον τρόπο αυτό πρότειναν την τεχνολογία ως ένα επιπλέον συστατικό των γνώσεων των εκπαιδευτικών. Η γνώση όμως της τεχνολογίας δεν θα μπορούσε να αποτελεί ανεξάρτητο συστατικό των γνώσεων του εκπαιδευτικού και έτσι έδωσαν έμφαση στις συνδέσεις, στις αλληλεπιδράσεις, στις δυνατότητες και στους περιορισμούς μεταξύ δύο ή περισσότερων εκ των συστατικών του Περιεχομένου, της Παιδαγωγικής και της Τεχνολογίας (Εικόνα 3). Επομένως, εκτός

των βασικών συστατικών του πλαισίου, που είναι: α) η Γνώση Περιεχομένου, β) η Παιδαγωγική Γνώση και γ) η Τεχνολογική Γνώση, στο μοντέλο ενυπάρχουν οι τομές των κύκλων που δημιουργούν νέα είδη γνώσης και πιο συγκεκριμένα δ) την ήδη αναφερθείσα Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, ε) την Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου, στ) την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση και τέλος ζ) την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, που προκύπτει από την τομή και των τριών ειδών γνώσης.



Εικόνα 3. Η Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, τα συστατικά της και τα πλαίσια στο [5].

Για τον προσδιορισμό της Τεχνολογικής Γνώσης θα υιοθετηθεί η προσέγγιση του Εθνικού Συμβουλίου Ερευνών των Η.Π.Α. (National Research Council, NRC), σύμφωνα με την οποία «τα άτομα που κατανοούν την τεχνολογία τόσο καλά, ώστε να την εφαρμόζουν παραγωγικά στην εργασία και στην καθημερινή τους ζωή, να αναγνωρίζουν πότε η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει ή να παρεμποδίσει την επίτευξη ενός στόχου που έχουν και ταυτόχρονα μπορούν να προσαρμόζονται στις αλλαγές που υφίσταται η τεχνολογία, έχουν ευχέρεια και γνώση της τεχνολογίας» στο [11, σ. 15]. Επιπλέον, η Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου αφορά στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία επηρεάζει το περιεχόμενο που πρόκειται να διδάξει ο εκπαιδευτικός. Η γνώση αυτή αποτελεί επέκταση της γνώσης περιεχομένου και αναδεικνύει ότι ο εκπαιδευτικός που είναι ειδικός (λόγω σπουδών) σε ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο, χρειάζεται εκτός των άλλων, να έχει κατανοήσει σε βάθος τον τρόπο με τον οποίο το αντικείμενο (ή καλύτερα οι αναπαραστάσεις που αναπτύσσονται) μπορούν να μεταβάλλονται από την ένταξη της τεχνολογίας. Με άλλα λόγια, οι εκπαιδευτικοί είναι χρήσιμο να γνωρίζουν ποιες συγκεκριμένες τεχνολογίες είναι καταλληλότερες για ένα συγκεκριμένο τμήμα ύλης και πώς η τεχνολογία ρυμουλκεί ή αλλάζει το περιεχόμενο ή και το αντίστροφο, δηλαδή πώς η ύλη ρυμουλκεί ή αλλάζει τη χρήση κάποιας τεχνολογίας [5].

Η κατανόηση για το πώς η διδασκαλία και η μάθηση αλλάζουν όταν χρησιμοποιείται κάποια ψηφιακή τεχνολογία καλείται Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση [12]. Αυτή η

γνώση περιλαμβάνει την κατανόηση της παιδαγωγικής συνεισφοράς και των περιορισμών των ψηφιακών τεχνολογιών, όταν αυτά σχετίζονται με το γνωστικό αντικείμενο και έχουν αντίκτυπο στον παιδαγωγικό σχεδιασμό και τις στρατηγικές.

Τέλος, στην τομή των τριών κύκλων υπάρχει η Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου που «...απαιτεί την κατανόηση των αναπαραστάσεων και των εννοιών, όταν χρησιμοποιείται η τεχνολογία, παιδαγωγικές τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν με εποικοδομητικό τρόπο για να συνεισφέρουν στη διδασκαλία..., γνώση για το τι κάνει κάποιες έννοιες δύσκολες ή εύκολες, πώς η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει να αντιμετωπιστούν κάποια προβλήματα..., γνώση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών, επιστημολογικές θεωρίες, ...γνώση για το πώς η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οικοδομήσει στην υπάρχουσα γνώση και... ή να ενδυναμώσει τις υπάρχουσες» [10, σ. 1029]. Οι ερευνητές αναφέρθηκαν και στα πλαίσια μέσα στα οποία θα λειτουργήσει το μοντέλο (Εικόνα 3), υποστηρίζοντας ότι: «δεν υπάρχει μία μοναδική τεχνολογική λύση που είναι εφαρμόσιμη σε κάθε δάσκαλο, σε κάθε μάθημα ή σε κάθε οπτική της διδασκαλίας» [10, σ. 1029]. Τα πλαίσια αυτά μπορούν να περιλαμβάνουν το σχολικό περιβάλλον, τη δομή της αίθουσας, τη διαθεσιμότητα του χώρου, τα μέσα, τη διαθεσιμότητα των μέσων, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των μαθητών και των εκπαιδευτικών, το οικογενειακό περιβάλλον των μαθητών, την εμπειρία εκπαιδευτικών και μαθητών με την τεχνολογία, το περιεχόμενο που πρόκειται να διδάξει ο εκπαιδευτικός, τη μέθοδο διδασκαλίας που θα ακολουθήσει κ.α. [12].

Σε πρόσφατη δημοσίευση, ο Drew Polly [13] κατέγραψε τα συστατικά της ΤΠΓΠ όπως φαίνεται στον πίνακα 1.

Συστατικό γνώσης	Περιγραφή
ΤΓ, ΤΚ	Γνώση σχετικά με την τεχνολογία και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένο υλικό και λογισμικό.
ΠΓ, ΡΚ	Γνώση σχετικά με την παιδαγωγική και τις διδακτικές στρατηγικές.
ΓΠ, ΣΚ	Γνώση σχετικά με το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών.
ΤΠΓ, ΤΡΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας κατά τη χρήση συγκεκριμένων ψηφιακών τεχνολογιών.
ΤΓΠ, ΤΣΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο που σχετίζεται η τεχνολογία με διάφορες έννοιες.
ΠΓΠ, ΡΣΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο διδασκαλίας συγκεκριμένων εννοιών.
ΤΠΓΠ, ΤΡΑΚ	Γνώση σχετικά με τον τρόπο χρήσης της τεχνολογίας και των διδακτικών στρατηγικών για την διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών.

Πίνακας 1. Συστατικά της Τ.Π.Γ.Π. στο [13]

Το πλαίσιο της Τ.Π.Γ.Π. αξιολογείται ερευνητικά και αξιοποιείται πρακτικά σε επιμορφωτικά, προπτυχιακά και μεταπτυχιακά προγράμματα [5], ώστε να προσφέρεται στους εκπαιδευόμενους μία ολοκληρωμένη εκπαιδευτική εμπειρία, η οποία να εστιάζει σε όλα τα είδη γνώσης και να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της Τ.Π.Γ.Π. τόσο εν ενεργεία όσο και εν δυνάμει εκπαιδευτικών και εκπαιδευτών [14].

3. Δομή προγράμματος

Με στόχο την εμπάθυνση στο πεδίο S.T.E.M. και την απόκτηση μίας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής εμπειρίας σε μεθόδους μοντελοποίησης και προσομοίωσης που συνδυάζουν την Υπολογιστική Επιστήμη και την Επιστήμη των Υπολογιστών με τα γνωστικά αντικείμενα του S.T.E.M., ενταγμένες σε ένα σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο αξιοποιήθηκε το πλαίσιο της Τ.Π.Γ.Π. [15]. Πιο συγκεκριμένα το πρόγραμμα σπουδών δομήθηκε με μαθήματα:

- Ανάπτυξης της Παιδαγωγικής Γνώσης
 - Ανάπτυξη και Μάθηση, Διαφοροποιημένη Μάθηση, Γνωστική και Εκπαιδευτική Ψυχολογία,
 - Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις, Επιστημολογία του S.T.E.M.,
 - Βασικές Αρχές Μεθοδολογίας Εκπαιδευτικής Έρευνας.
- Ανάπτυξης της Τεχνολογικής Γνώσης
 - Ψηφιακά Αντικείμενα Μάθησης, Αποθετήρια Ψηφιακού Υλικού.
- Ανάπτυξης της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης
 - Εργαλεία Συγγραφής e-Learning Μαθησιακού Υλικού,
 - Πακέτα Ποσοτικής και Ποιοτικής Έρευνας.
- Ανάπτυξης της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου
 - Εκπαιδευτική Πολιτική και Έρευνα στην Διδακτική, Κοινωνιολογικές Προσεγγίσεις της Εκπαίδευσης, Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών στις Υπολογιστικές Επιστήμες,
 - Εκπαιδευτική Έρευνα στα γνωστικά πεδία των Επιστημών, των Μαθηματικών, της Επιστήμης των Μηχανικών και την Υπολογιστικής Επιστήμης,
 - Η γνωστική περιοχή της Υπολογιστικής Επιστήμης, το Υπολογιστικό Πείραμα.
- Ανάπτυξης της Τεχνολογικής Γνώσης Περιεχομένου
 - Υπολογιστικές Μέθοδοι και Αλγόριθμοι στις Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Επιστήμη των Μηχανικών και την Επιστήμη των Υπολογιστών και την Υπολογιστική Επιστήμη.
- Ανάπτυξης της Τεχνολογικής Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου
 - Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Εφαρμογών στις Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Επιστήμη των Μηχανικών και την Επιστήμη των Υπολογιστών με την Αξιοποίηση της Υπολογιστικής Επιστήμης (ως γνωστικής περιοχής) και του Υπολογιστικού Πειράματος, ολοκληρωμένες με τις Σύγχρονες Παιδαγωγικές Θεωρίες.

4. Επίλογος

Σύμφωνα με το πλαίσιο της Τ.Π.Γ.Π., το πρόγραμμα έχει δομηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να συνδυάζονται οι τεχνολογικές γνώσεις με την παιδαγωγική και το εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο που περιλαμβάνεται στο πλαίσιο του S.T.E.M. σύμφωνα με την δια-επιστημονική (transdisciplinary) προσέγγιση-εγκάρσια δια-επιστημονική προσέγγιση. Τα μαθήματα διεξάγονται κυρίως στο εργαστήριο όπου χρησιμοποιούνται όργανα, λογισμικά και γλώσσες προγραμματισμού για την παραγωγή και ανάλυση δεδομένων, εξήγηση των δεδομένων και σύνδεση με τη θεωρία [15]. Τα οφέλη που προκύπτουν για τους εκπαιδευόμενους αφορούν τόσο την εκπαίδευση (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια) όσο και τους εκπαιδευόμενους που επιθυμούν να εμβαθύνουν στην Υπολογιστική Επιστήμη σε συνδυασμό με Παιδαγωγικές Θεωρίες.

Μέσω της παροχής εκπαίδευσης υψηλού επιπέδου στην Υπολογιστική Επιστήμη για την Εκπαίδευση και τη Διδακτική στα γνωστικά αντικείμενα του S.T.E.M. επιδιώκεται η συμβολή στην προαγωγή της εκπαιδευτικής έρευνας και στη δημιουργία νέων καινοτόμων γνώσεων και δεξιοτήτων [15, 16]. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό να αναπτυχθεί μία ομάδα εκπαιδευτικών και εκπαιδευτών: α) με γνώσεις υπολογιστικών μοντέλων προσομοίωσης που θα μπορούν να αναπτύξουν εκπαιδευτικά σενάρια χρησιμοποιώντας την ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση στα γνωστικά αντικείμενα του S.T.E.M. αξιοποιώντας την μεθοδολογία της υπολογιστικής επιστήμης, β) με ικανότητες συγγραφής ερευνητικών εργασιών, γ) με γνώσεις επιστημολογικών μοντέλων διδασκαλίας και διασύνδεσής τους με τα υπολογιστικά μοντέλα προσομοίωσης, δ) με δυνατότητες αξιοποίησης και ανάπτυξης σύγχρονων αποθετηρίων εκπαιδευτικών προγραμμάτων σχετικών με το S.T.E.M. στην Εκπαίδευση, ε) με ικανότητες συγγραφής κώδικα για εκπαιδευτικούς σκοπούς, στ) με γνώσεις εργαλείων προγραμματισμού, εκπαιδευτικής ρομποτικής και γενικότερα τεχνολογιών S.T.E.M., ζ) με δυνατότητες ανάπτυξης και αξιοποίησης πλαισίων ηλεκτρονικής μάθησης, τρισδιάστατων εικονικών κόσμων, συστημάτων διαχείρισης μαθημάτων/μάθησης, και παιχνιδοποίησης, η) με δεξιότητες ώστε να συνεισφέρουν ως στελέχη εκπαίδευσης και θ) με γνώσεις για να συνεχίσουν σε επόμενο επίπεδο σπουδών.

Θεωρούμε ότι περαιτέρω έρευνα απαιτείται για τον επιστημολογικό προσδιορισμό του S.T.E.M. και την ολοκλήρωσή του με σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα σε επίπεδο δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] Ψυχάρης, Σ. (2009). *Εισαγωγή των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση – Παιδαγωγικές Εφαρμογές των ΤΠΕ*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- [2] Psycharis, S. (2013). Examining the effect of the computational models on learning performance, scientific reasoning, epistemic beliefs and argumentation: An implication for the STEM agenda. *Computers & Education*, 68, 253-265.
- [3] Psycharis, S., Botsari, E., Mantas, P., & Loukeris, D. (2014). The impact of the computational inquiry based experiment on metacognitive experiences, modelling indicators and learning performance. *Computers & Education*, 72, 90-99.
- [4] Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- [5] Δουκάκης, Σ. (2016). *Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου και Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.
- [6] Andrews, P. (2007). Conditions for learning: a footnote on pedagogy and didactics. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, 204, 22-23.
- [7] Cox, S. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge*. Unpublished doctoral dissertation. Provo, UT: Brigham Young University.
- [8] Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: A focus on pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education* 21(5), 509-523.

- [9] Angeli, C., & Valanides, N. (2005). Preservice teachers as ICT designers: An instructional design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 21(4), 292-302.
- [10] Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- [11] National Research Council (1999). *Being fluent with information technology literacy. Computer science and telecommunications board commission on physical sciences, mathematics, and applications*. Washington, DC: National Academy Press.
- [12] Kelly, M. A. (2008). Bridging digital and cultural divides: TPACK for equity of access to technology. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 31-58). New York: Routledge.
- [13] Polly, D. (2011). Teachers' learning while constructing technology-based instructional resources. *British Journal of Educational Technology*, 42(6), 950-961.
- [14] Doukakis, S., Koiliaris, C., & Chionidou-Moskofoglou, M. (2011). An undergraduate primary education teaching practicum design and undergraduate primary teachers' satisfaction on developing technological pedagogical and mathematical knowledge. *Int. J. Teaching and Case Studies*, 3(2/3/4), 180-195.
- [15] Psycharis, S. (2016). The Impact of Computational Experiment and Formative Assessment in Inquiry-Based Teaching and Learning Approach in STEM Education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 316-326.
- [16] Stavroulia, K. E., Makri-Botsari, E., Psycharis, S., & Kekkeris, G. (2016). Emotional experiences in simulated classroom training environments. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 33(3), 172-185.