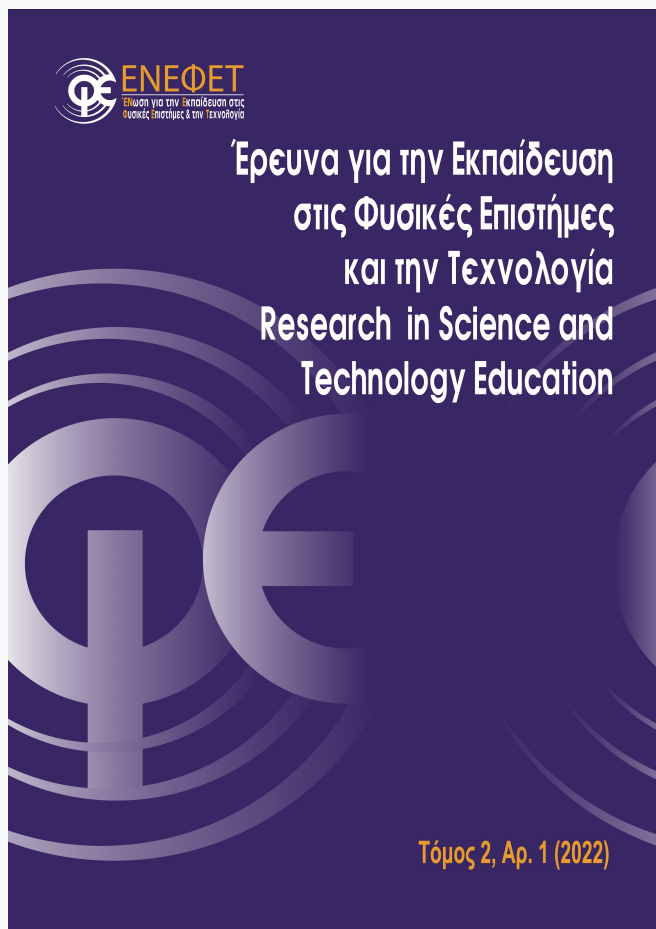


Research in Science & Technology Education

Vol 2, No 1 (2022)

Τόμ. 2 Αρ. 1 (2022)



Τα Μοντέλα της Παιδαγωγικής Γνώσης
Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών:
επιστημολογική προσέγγιση και συνοπτική
περιγραφή

ΜΑΡΙΑ ΧΑΙΤΙΔΟΥ

doi: [10.12681/riste.31563](https://doi.org/10.12681/riste.31563)

To cite this article:

ΧΑΙΤΙΔΟΥ Μ. (2022). Τα Μοντέλα της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών: επιστημολογική προσέγγιση και συνοπτική περιγραφή. *Research in Science & Technology Education*, 2(1), 1-38.
<https://doi.org/10.12681/riste.31563>

Τα Μοντέλα της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών: επιστημολογική προσέγγιση και συνοπτική περιγραφή

Μαρία Χαϊτίδου

Διδάκτωρ ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας
Εκπαιδευτικός ΠΕ04, Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
chaitidou@gmail.com

Περίληψη

Το άρθρο αφορά βιβλιογραφική επισκόπηση των μοντέλων της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΠΓΠ) Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Τα 21 μοντέλα της ΠΓΠ ΦΕ, τα οποία προέκυψαν από τη σχετική βιβλιογραφική επισκόπηση, παρουσιάζονται ως προς: α) την επιστημολογική φύση της ΠΓΠ, β) τις ομοιότητες και τις διαφορές των συστατικών της ΠΓΠ, γ) το θεωρητικό τους υπόβαθρο και δ) τις γραφικές αναπαραστάσεις που χρησιμοποιούνται. Επίσης, εξετάζεται η σχέση των μοντέλων της ΠΓΠ με την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών. Ειδικότερα, οι επιστημολογικές προσεγγίσεις της ΠΓΠ περιλαμβάνονται σε ένα νοητό συνεχές που αναπτύσσεται μεταξύ δύο άκρων: το Μοντέλο Ενσωμάτωσης και το Μοντέλο Μετασχηματισμού. Ο αριθμός των μοντέλων στα οποία περιγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο είναι σχετικά μικρός. Τέλος, στα μοντέλα που περιγράφουν την ΠΓΠ, αναγνωρίζονται ποικίλες γραφικές αναπαραστάσεις, όπως ελλείψεις, παραλληλόγραμμα μέσα σε παραλληλόγραμμα, διαγράμματα τύπου Venn και παραλληλόγραμμα που συνδέονται με βέλη.

Λέξεις κλειδιά: Παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, διδασκαλία φυσικών επιστημών.

Abstract

This paper concerns a bibliographic overview of the models of Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Science Education. The Science PCK models, which emerged from the relevant literature review, are presented in terms of: a) the epistemological nature of PCK, b) the similarities and the differences of the components of PCK, c) their theoretical background and d) the graphic representations that are used to describe PCK. Also, the relationship between the PCK models and the professional development of teachers is examined. The PCK epistemological approaches are included in an imaginary continuum that develops between two extremes: the Integrative Model and the Transformative Model. The number of models in which the theoretical background is described is relatively small. Finally, various graphic representations are recognized in the models that outline PCK, such as rectangles within rectangles, Venn diagrams, and rectangles associated with arrows.

Key words: Pedagogical content knowledge, science teaching.

Εισαγωγή

Η αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών συστημάτων ανέκαθεν συνδέεται με την ποιότητα της εκπαίδευσης των λειτουργών της. Στην εκπαιδευτική έρευνα, που αφορά στην προετοιμασία των μελλοντικών εκπαιδευτικών για το επάγγελμά τους, παρατηρείται μια ασυνέχεια μεταξύ της γνώσης για το επιστημονικό περιεχόμενο, το οποίο αναμένεται να γνωρίζουν (για παράδειγμα το περιεχόμενο της Βιολογίας) και της γενικής παιδαγωγικής γνώσης, δηλαδή της γνώσης των εργαλείων για να κάνουν αυτή τη γνώση προσβάσιμη στους μαθητές. Ο ειδικός στην εκπαιδευτική ψυχολογία Lee Shulman έκανε μια προσπάθεια κάλυψης αυτής της ασυνέχειας καταλήγοντας σε έναν νέο τρόπο περιγραφής της γνώσης που αναπτύσσουν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διάρκεια της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας: την αποκάλυψε Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΠΓΠ) (Bucat, 2005· Zeidler, 2002). Η ΠΓΠ ορίστηκε ως το «αμάλγαμα» της γνώσης του περιεχομένου και της παιδαγωγικής γνώσης (Shulman, 1986· 1987). Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, για τα πιο συνηθισμένα μαθήματα της ειδικότητας ενός εκπαιδευτικού, τον τρόπο διδασκαλίας ενός συγκεκριμένου περιεχομένου, τις πιθανές δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι μαθητές του καθώς και τους δυνατούς εναλλακτικούς τρόπους παρουσίασης του (Shulman, 1986· 1987). Η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου είναι αυτή που διαχωρίζει αυτόν που γνωρίζει καλά την επιστημονική γνώση (π.χ. έναν χημικό) από αυτόν που την διδάσκει (εκπαιδευτικό που διδάσκει Χημεία).

Μετά την εισαγωγή και την ευρεία αποδοχή της έννοιας της ΠΓΠ από τον Shulman, ακολούθησαν πολλές προσπάθειες μοντελοποίησής της. Βασικό στοιχείο στη μοντελοποίηση της ΠΓΠ είναι η περιγραφή των συστατικών που την αποτελούν (Park & Oliver, 2008). Ειδικά, ο ορισμός των συστατικών της ΠΓΠ συνδέεται με τον εννοιολογικό προσδιορισμό που υιοθετείται για την ΠΓΠ (Τσέου, 2009). Πράγματι, εκτός από τα δύο συστατικά που της προσέδωσε ο Shulman, δηλαδή τη Γνώση των Μαθητών και τη Γνώση των Διδακτικών Στρατηγικών, οι μετέπειτα προσπάθειες μοντελοποίησής της χαρακτηρίζονται και από τις προσθήκες νέων συστατικών. Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί ότι κάθε μοντέλο αντανακλά τον διαφορετικό τρόπο αντίληψης των ιδεών του Shulman από τους ερευνητές/συγγραφείς (Kind, 2009). Έτσι, σταδιακά η ΠΓΠ μετατράπηκε από «αμάλγαμα περιεχομένου και παιδαγωγικής» που πρότεινε ο Shulman (1987), σε έναν νέο τύπο γνώσης του εκπαιδευτικού ικανό να ενσωματώσει στη δυναμική του όλα τα άλλα είδη γνώσεων του εκπαιδευτικού αλλά και των πεποιθήσεών του, όπως τη γνώση του περιεχομένου, των μαθητευόμενων, των στόχων, του προσανατολισμού της εκπαιδευτικής διαδικασίας, των μέσων κ.λπ. (Hashweh, 2005).

Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο διδακτορικής διατριβής, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση των μοντέλων της ΠΓΠ με στόχο την αναγνώριση: (α) των συστατικών της ΠΓΠ και (β) των μοντέλων που την αναπαριστούν. Οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αγγλόφωνα άρθρα που βρίσκονταν καταλογογραφημένα στο Σύνδεσμο Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών (heal-link) με κύριο όρο αναζήτησης «pedagogical content knowledge». Στους

όρους αναζήτησης συμπεριλαμβάνονταν, επίσης, οι: «science education», «PCK development», «models of science PCK». Το χρονικό εύρος της βιβλιογραφικής επισκόπησης ήταν από το 1988 έως το 2013. Τα κριτήρια της αναζήτησης ήταν: α) το μοντέλο της ΠΓΠ να αφορά αποκλειστικά τις ΦΕ, β) να υπάρχει γραφική αναπαράσταση ή πίνακας με τα συστατικά της ΠΓΠ, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ σε εκπαιδευτικούς και, γ) τα ξενόγλωσσα άρθρα να είναι γραμμένα στην αγγλική γλώσσα. Επιπλέον έγινε ανασκόπηση περιοδικών και πρακτικών συνεδρίων της ελληνικής βιβλιογραφίας.

Επιστημολογικές προσεγγίσεις για τη φύση της ΠΓΠ

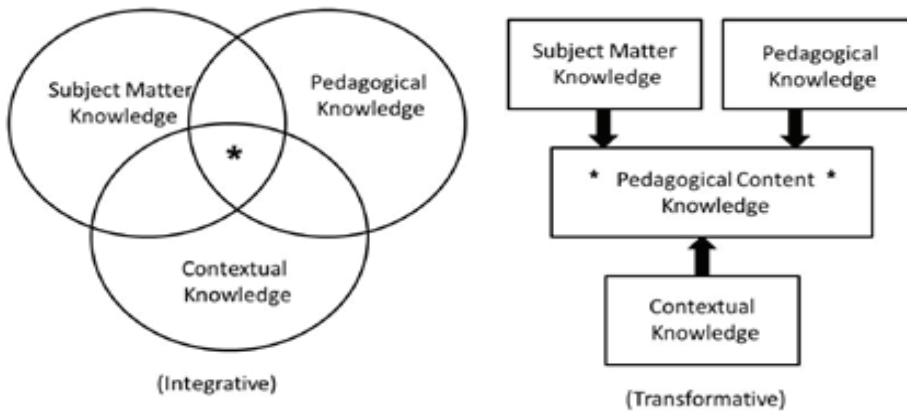
Προκειμένου να προσεγγίσει κανείς από επιστημολογική άποψη την έννοια της ΠΓΠ, θα πρέπει καταρχάς να αναζητήσει απαντήσεις σε κάποια ερωτήματα που αφορούν τη φύση της. Ειδικότερα, ένα πρώτο ερώτημα που ανακύπτει είναι αν η ΠΓΠ αποτελεί προϊόν μετασχηματισμού ή ενσωμάτωσης γνώσεων. Η Gess-Newsome (1999) συνέβαλε σημα-ντικά στη συζήτηση περί των μοντέλων της ΠΓΠ αναδεικνύοντας επιστημολογικά δύο αντιθετικούς τύπους. Στον πρώτο τύπο, το Μοντέλο Ενσωμάτωσης (Integrative Model), η ΠΓΠ εκφράζει τη γνώση του εκπαιδευτικού ως τομή τριών πεδίων γνώσης: της Γνώσης Περιεχομένου, της Παιδαγωγικής Γνώσης και της Γνώσης Πλαισίου. Ειδικά, όπως σε ένα μείγμα τα συστατικά διατηρούν τις ιδιότητές τους αλλά δεν ξεχωρίζουν σε μακροσκοπικό επίπεδο, έτσι και σε αυτό το μοντέλο η ΠΓΠ είναι η γνώση που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί στην τάξη ως αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης των τριών γνώσεων, οι οποίες δεν αλλάζουν αλλά ενσωματώνονται μεταξύ τους με διαφορετικούς τρόπους κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Σε αυτό το μοντέλο, η Γνώση Περιεχομένου αποτελεί συστατικό της ΠΓΠ. Για παράδειγμα, οι Γρηγορίου & Καλκάνης (2013), κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος επιμόρφωσης, ερευνήσαν ποιες πτυχές της ΠΓΠ ανιχνεύονται σε μεταπτυχιακούς φοιτητές Φυσικής κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση της διδασκαλίας. Ειδικότερα, οι φοιτητές κλήθηκαν να αναστοχαστούν πάνω σε διδασκαλίες που θα διενεργούσαν και θα αφορούσαν θεματικές της μηχανικής και της διάδοσης του φωτός. Ως μέσο για την πρόκληση του αναστοχασμού τους αλλά και για την αποτύπωση της ΠΓΠ χρησιμοποιήθηκε ένα εργαλείο αναπαράστασης του περιεχομένου που διερευνούσε τις απόψεις τους σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο αλλά και τη διδακτική του.

Αν εστιάσουμε στον δεύτερο τύπο μοντέλων, όπου ανήκει το Μοντέλο Μετασχηματισμού (Transformative Model), η ΠΓΠ είναι μια νέα κατηγορία γνώσης ως αποτέλεσμα μετασχηματισμού των παραπάνω τριών γνώσεων. Ειδικά, όπως σε μια χημική ένωση δεν μπορεί κάποιος να ξεχωρίσει τα αρχικά συστατικά από τα οποία δημιουργήθηκε, έτσι και η ΠΓΠ αποτελεί μια νέα κατηγορία γνώσης. Σε αυτήν την περίπτωση, η Γνώση Περιεχομένου είναι ξεχωριστή κατηγορία γνώσης και ο εκπαιδευτικός, με τη βοήθεια της ΠΓΠ, τη μετασχηματίζει σε γνώση κατανοητή από τους μαθητές. Παράδειγμα εφαρμογής του Μοντέλου Μετασχηματισμού στον ελληνικό χώρο, είναι μια πρόταση για την ανάπτυξη της ΠΓΠ στις ΦΕ σε συγκεκριμένο γνωστικό περιεχόμενο, στα ρευστά και στην πίεση, σε φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Καριώτογλου, 2006). Η πρόταση αυτή στηρίζεται σε τέσσερις αρχές «μη γραμμικά συνδεδεμένες», οι οποίες αποτελούν ένα «δυναμικό

δίκτυο αλληλεπιδράσεων» (Καριώτογλου, 2006, σελ. 3). Η πρώτη αρχή αφορά στο «διδασκτικό μετασχηματισμό» του περιεχομένου, δηλαδή, μετατροπή της επιστημονικής γνώσης σε γνώση κατάλληλη για να διδαχθεί, κυρίως με απλοποίηση του επιστημονικού προτύπου. Η δεύτερη αρχή αφορά στη «διδασκτική αξιοποίηση» των ιδεών των μαθητευομένων, αφού ταξινομηθούν και μοντελοποιηθούν, ενώ η τρίτη αρχή αφορά στην επιλογή του πεδίου εφαρμογών (πειραμάτων και φαινομένων) και «σχετίζεται ισοδύναμα» με τις δύο προηγούμενες. Τέλος, η τέταρτη αρχή αφορά στο συνδυασμό «κατάλληλων διδακτικών μοντέλων» για την υλοποίηση της διδασκαλίας.

Χρειάζεται επίσης να σημειωθεί ότι η Kind (2015) θεωρεί πως όσα μοντέλα της ΠΓΠ έχουν τη Γνώση Περιεχομένου ως συστατικό τους, προσομοιάζουν στο Μοντέλο Ενσωμάτωσης. Από την άλλη πλευρά, όσα μοντέλα τη θεωρούν ξεχωριστό πεδίο γνώσης από την ΠΓΠ, προσομοιάζουν στο Μοντέλο Μετασχηματισμού. Για παράδειγμα, οι Morine-Dersheimer & Kent (1999) θεωρούν τη Γνώση Περιεχομένου συστατικό της ΠΓΠ και, επομένως, το μοντέλο τους εντάσσεται στην κατηγορία των μοντέλων Ενσωμάτωσης. Αντίθετα, στη δομή του μοντέλου των Magnusson et al. (1999), το οποίο αποτέλεσε έμπνευση πολλών μοντέλων της ΠΓΠ στις ΦΕ, δεν υπάρχει η Γνώση Περιεχομένου ως συστατικό της ΠΓΠ. Αυτό σημαίνει πως το μοντέλο των Magnusson et al. (1999) ανήκει στην ομάδα των μοντέλων Μετασχηματισμού.

Σχήμα 1: Τα δύο επιστημολογικά μοντέλα της ΠΓΠ: Μοντέλο Ενσωμάτωσης και Μοντέλο Μετασχηματισμού (Gess-Newsome, 1999, p. 12)



Τα δύο προαναφερθέντα μοντέλα, σύμφωνα με την Gess-Newsome (1999), αποτελούν τα δύο άκρα ενός συνεχούς. Το Μοντέλο Ενσωμάτωσης υποδηλώνει ότι η ΠΓΠ αποτελείται από ξεχωριστά συστατικά, καθένα από τα οποία μπορεί να αξιοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους από τον εκπαιδευτικό κατά τη διδακτική διαδικασία. Χρησιμοποιώντας αυτό το μοντέλο, ένας έμπειρος εκπαιδευτικός μπορεί να κάνει συνεχείς μετατοπίσεις από το ένα συστατικό στο άλλο καθώς τα χρησιμοποιεί και τα τοποθετεί κάθε φορά με διαφορετικούς τρόπους κατά τη διάρκεια τόσο του σχεδιασμού, όσο και της διδασκαλίας (Abell, 2008·

Loughran, 2013). Ωστόσο, κατά την ανάμειξή τους τα συστατικά δεν αλλάζουν, αλλά συνδυάζονται μεταξύ τους με διαφορετικούς τρόπους (Loughran, 2013). Στο άλλο άκρο, κατά Gess-Newsome (1999), βρίσκεται το μοντέλο Μετασηματισμού, στο οποίο, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, τα συστατικά συγχωνεύονται μετασηματίζοντας έτσι τη γνώση με νέους τρόπους για την ενίσχυση της κατανόησης των μαθητών (Loughran, 2013).

Τα μοντέλα της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών

Τα μοντέλα της ΠΓΠ στην παρούσα εργασία, ταξινομήθηκαν σε δύο κατηγορίες με βάση την επιστημολογική προσέγγιση, στην οποία αναφέρθηκε ότι όσα μοντέλα της ΠΓΠ έχουν τη Γνώση Περιεχομένου ως συστατικό τους, προσομοιάζουν στο Μοντέλο Ενσωμάτωσης, ενώ όσα δεν τη διαθέτουν προσομοιάζουν στο μοντέλο Μετασηματισμού. Ειδικότερα, στον Πίνακα 1 σε δύο στήλες συγκεντρώνονται τα άρθρα, τα οποία ενσωματώνουν τη Γνώση Περιεχομένου στα μοντέλα της ΠΓΠ (1η στήλη) και σε αυτά που δεν την ενσωματώνουν (2η στήλη).

Πίνακας 1: Άρθρα που μελετούν μοντέλα της ΠΓΠ:
η ΠΓΠ ως αποτέλεσμα ενσωμάτωσης ή ως αποτέλεσμα μετασηματισμού συστατικών

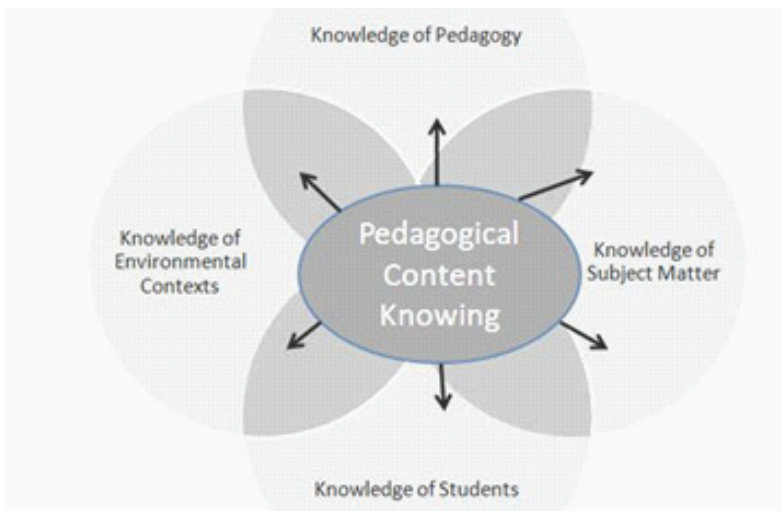
ΠΓΠ: Η Γνώση Περιεχομένου είναι ενσωματωμένη στην ΠΓΠ	ΠΓΠ: Η Γνώση Περιεχομένου αποτελεί διακριτή κατηγορία γνώσης
Cochran et al., 1993· Fernandez-Balboa & Stiehl, 1995· Gess-Newsome, 1999· Morine-Dershimer & Kent, 1999· Veal & MaKinster, 1999· Hasweh, 2005· Lee & Luft, 2008· Rollnick et al., 2008· Davidowitz & Rollnick, 2011· Mavhunga & Rollnick, 2013· Otto & Everett, 2013· Sothayapetch et al., 2013	Tamir, 1988· Geddis, 1993· Carlsen, 1999· Magnusson et al., 1999· Park & Oliver, 2008· Abell et al., 2009· Schneider & Plasman, 2011· Park & Chen, 2012· Consensus model 2012

Μοντέλα που ενσωματώνουν τη Γνώση Περιεχομένου στην ΠΓΠ

Οι Cochran et al. (1993) αναγνωρίζοντας τη δυναμική φύση της ΠΓΠ και τη σημασία της στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών, την ονόμασαν «Pedagogical Content Knowing (Pckg)» και της προσέδωσαν τέσσερα συστατικά: τη γνώση περιεχομένου, τη γνώση των μαθητευόμενων, τη γνώση του περιβαλλοντικού πλαισίου μάθησης και την παιδαγωγική γνώση. «Ενδύοντας» το μοντέλο τους με το θεωρητικό υπόβαθρο του εποικοδομισμού, θεωρούν ότι ο όρος «Γνώση» είναι πολύ στατικός και γι' αυτό τον αντικατέστησαν με τον όρο «Γιγνώσκουν». Ορίζουν την Pckg ως «την κατανόηση που προκύπτει από την ενσωμάτωση των τεσσάρων συστατικών».

Δίνουν έμφαση στο γεγονός πως οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αναπτύξουν την Παιδαγωγική Γνώση και τη Γνώση Περιεχομένου μέσα στο πλαίσιο των δύο άλλων συστατικών. Επίσης, για να τονιστεί πως η Pckg είναι προϊόν ενσωμάτωσης των τεσσάρων συστατικών, στο μοντέλο τα τέσσερα συστατικά αναπαριστώνται ως τεμνόμενοι κύκλοι. Η δυνατότητα ανάπτυξης των τεσσάρων αυτών συστατικών, δηλαδή το γινώσκειν, αναπαριστάται στο μοντέλο με βέλη. Οι τεμνόμενοι κύκλοι αναπαριστούν την ταυτόχρονη ενσωμάτωση όλων των συστατικών, το αποτέλεσμα της οποίας είναι η Pckg, η οποία κατέχει την κεντρική θέση στο μοντέλο με τη μορφή έλλειψης (Σχήμα 2).

Σχήμα 2: Το μοντέλο της Pckg των Cochran et al. (1993, p. 268) ως πλαίσιο για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών

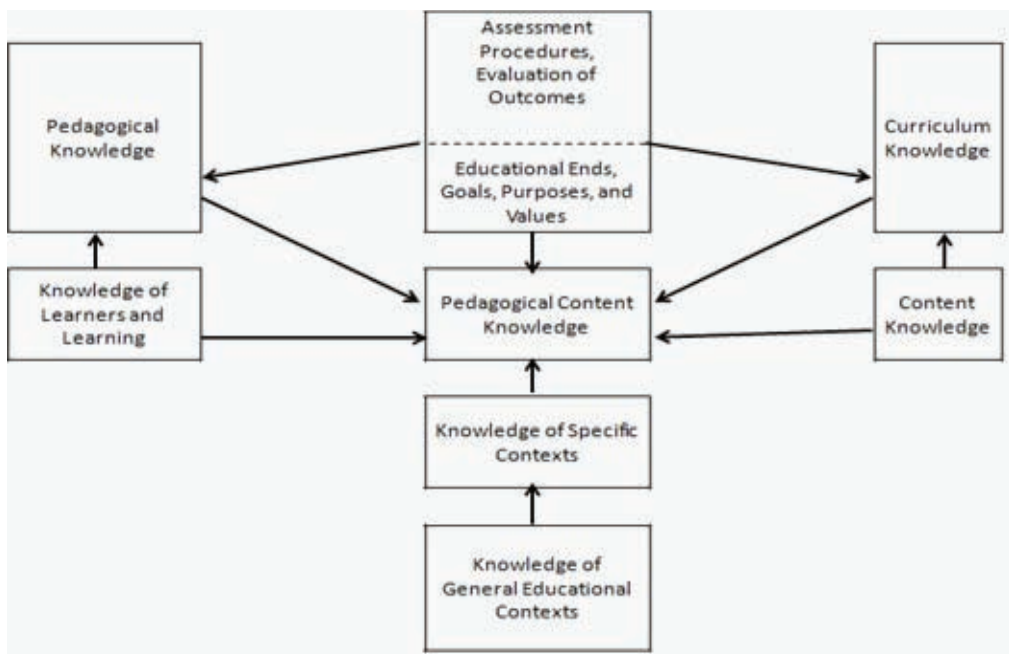


Οι Fernandez-Balboa & Stiehl (1995) διερεύνησαν εμπειρικά τη γενική φύση της ΠΓΠ και κατέληξαν ότι τη θεωρούν ως το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης (integration) διαφορετικών γνώσεων. Σε αντίθεση με την πλειονότητα των ερευνητών, εστίασαν στον τρόπο με τον οποίο οικοδομούν και εφαρμόζουν την ΠΓΠ οι διδάσκοντες στα πανεπιστήμια. Επίσης, εστίασαν στα συστατικά μιας γενικής ΠΓΠ που διατρέχει πολλά μαθήματα, και όχι κάποιο εξειδικευμένο. Το ενδιαφέρον τους κέρδισαν οι πανεπιστημιακοί δάσκαλοι, διότι η διδασκαλία τους αποτελεί μοντέλο για τους φοιτητές τους και η διδασκαλία αυτή είναι τελείως διαφορετική από ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη βαθμίδα εκπαίδευσης. Επίσης, οι φοιτητές είναι πιο ώριμοι και έτοιμοι να μάθουν, ενώ, τέλος, οι διδάσκοντες δουλεύουν στο πανεπιστήμιο λόγω της πιστοποιημένης γνώσης τους σε ένα συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο και όχι επειδή γνωρίζουν να το διδάσκουν. Διαπίστωσαν πως οι διδάσκοντες στα πανεπιστήμια διαθέτουν συστατικά μιας γενικής ΠΓΠ που αποτελείται από τα εξής: 1) Γνώση περιεχομένου, 2) Γνώση για την κατανόηση των ΦΕ από τους μαθητές, 3) Γνώση των διδακτικών στρατηγικών, 4) Γνώση του πλαισίου διδασκαλίας και 5) Γνώση για τους σκοπούς και στόχους της διδασκαλίας των ΦΕ. Οι Fernandez-Balboa & Stiehl (1995) παραθέτουν τα συστατικά της ΠΓΠ σε μορφή πίνακα μαζί με μια σύντομη περιγραφή τους.

Η Gess-Newsome (1999) αναγνωρίζει στην ΠΓΠ τρία συστατικά: την Παιδαγωγική Γνώση, τη Γνώση Περιεχομένου και τη Γνώση Πλαισίου. Οι εκπαιδευτικοί ενισχύουν την ΠΓΠ, αλλά και κάθε ένα από τα συστατικά της, μέσα από τα προγράμματα εκπαίδευσης και την εμπειρία της τάξης. Ωστόσο, η ενίσχυση σε κάποιο από τα συστατικά δεν σημαίνει ότι θα οδηγήσει σε αλλαγή και τα υπόλοιπα. Λόγω του γεγονότος πως η Gess-Newsome αναφέρει ρητά την Γνώση Περιεχομένου ως συστατικό της ΠΓΠ, τοποθετήθηκε στην ομάδα των μοντέλων που θεωρούν την Γνώση Περιεχομένου ως συστατικό της ΠΓΠ.

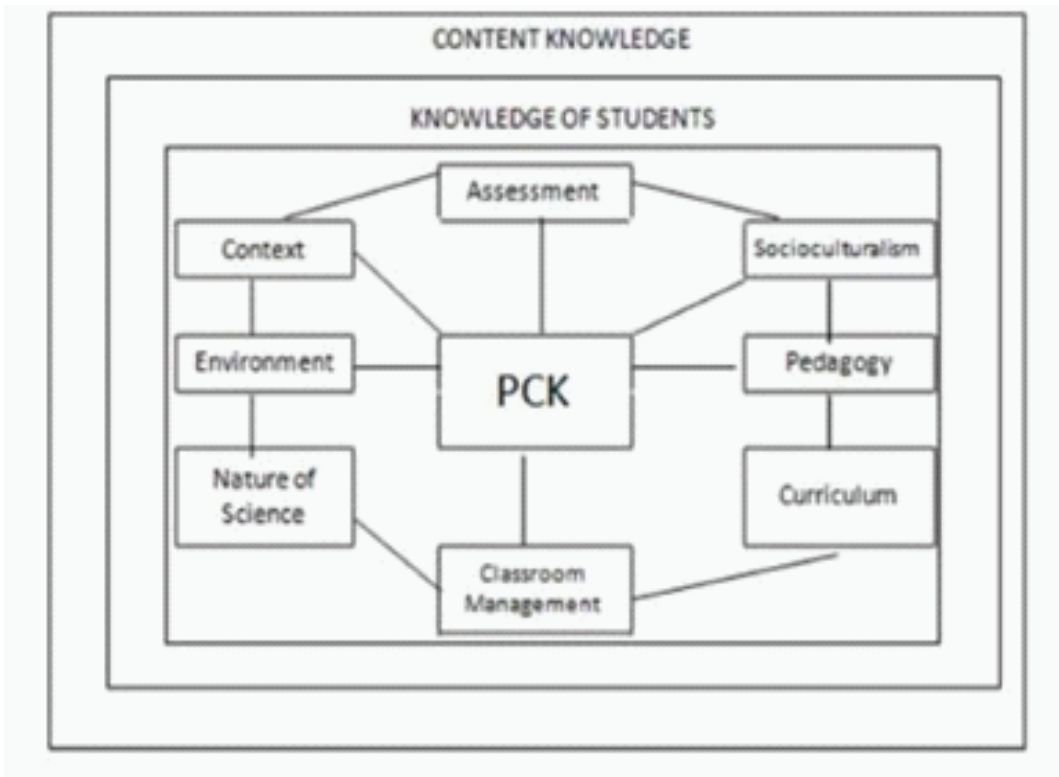
Για τους Morine-Dershimer & Kent (1999) τα συστατικά της ΠΓΠ είναι: 1) Γνώση μαθητών, 2) Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος, 3) Γνώση Αξιολόγησης, 4) Γνώση Πλαισίου, 5) Παιδαγωγική Γνώση, και, 6) Γνώση Περιεχομένου. Στην απεικόνιση του μοντέλου οι γνώσεις που συνεισφέρουν στην ΠΓΠ αναπαριστώνται με την μορφή ορθογώνιων παραλληλόγραμμων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με βέλη. Στο μοντέλο επισημαίνονται τρία ενδιαφέροντα πράγματα. Το πρώτο είναι ότι η Γνώση των Σκοπών και Στόχων της διδασκαλίας και η Γνώση για την Αξιολόγηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένες. Το δεύτερο είναι ότι η Γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος ενισχύεται τόσο από την Γνώση Περιεχομένου όσο και από την Γνώση των Σκοπών/Στόχων και Αξιολόγησης. Τέλος, παρότι μόνο η Γνώση Πλαισίου διακρίνεται σε γενική και ειδική στην απεικόνιση, αυτό ισχύει και για όλες τις υπόλοιπες, δηλαδή γνώση για συγκεκριμένους μαθητές, για συγκεκριμένο περιεχόμενο κ.λπ. (Σχήμα 3).

Σχήμα 3: Το μοντέλο Morine-Dershimer & Kent (1999, p.22)



Οι Veal & MaKinster (1999) προτείνουν μια ιεραρχική κατασκευή, μια ταξινόμια των συστατικών της ΠΓΠ, την οποία θεμελιώνουν θεωρητικά, αφενός, στη ταξινόμια Bloom (Bloom et al., 1956) αφετέρου, στην σχετική με την ΠΓΠ βιβλιογραφία. Η απεικόνιση της ΠΓΠ αποτελείται από 3 ορθογώνια παραλληλόγραμμα ενσωματωμένα το ένα μέσα στο άλλο. Το πρώτο παραλληλόγραμμο αντιπροσωπεύει τη Γνώση Περιεχομένου, και μέσα σε αυτό είναι ενσωματωμένη η Γνώση για τους μαθητές. Στο τρίτο παραλληλόγραμμο υπάρχουν εννέα μικρότερα παραλληλόγραμμα συνδεδεμένα με βέλη μεταξύ τους αλλά και με την ΠΓΠ. Μια σημαντική πτυχή αυτής της ταξινόμιας της ΠΓΠ είναι, όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν, πως η παιδαγωγική γνώση δεν είναι τόσο σημαντική όσο σε άλλα μοντέλα της ΠΓΠ. Μεγαλύτερη σημασία αποδίδουν στη Γνώση για τους μαθητές, διότι περιλαμβάνει την κατανόηση των παρανοήσεων των μαθητών αναφορικά με ένα περιεχόμενο. Για αυτό τον λόγο στην απεικόνιση του μοντέλου (Σχήμα 4) η Γνώση για τους μαθητές είναι ενσωματωμένη στη Γνώση του Περιεχομένου, διότι τα λάθη και οι παρερμηνείες των μαθητών αναγνωρίζονται ευκολότερα όταν ο δάσκαλος γνωρίζει πολύ καλά το περιεχόμενο.

Σχήμα 4: Η ταξινόμια των συστατικών της ΠΓΠ κατά Veal & MaKinster (1999)



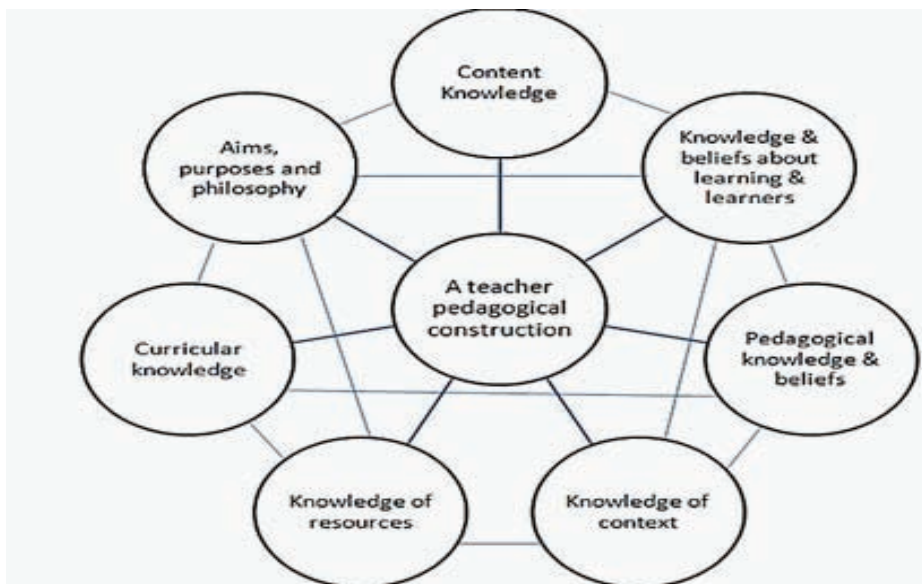
Τέλος, μόνο αφού ο εκπαιδευτικός αναπτύξει μια πολύ καλή κατανόηση των μαθητών του, μπορεί να αναπτύξει και οποιοδήποτε από τα άλλα οκτώ συστατικά της ΠΓΠ (Γνώση

Πλαισίου, Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν, Γνώση Κοινωνικο-πολιτισμικού Πλαισίου, Παιδαγωγική, Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος, Διαχείριση τάξης, Φύση της Επιστήμης και Περιβάλλον) με τρόπο που θα βοηθήσει τους μαθητές του να κατανοήσουν ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Αυτά τα 8 συστατικά δεν είναι δομημένα ιεραρχικά διότι μπορεί να αναπτυχθούν οποιαδήποτε στιγμή της καριέρας του εκπαιδευτικού και συνδέονται μεταξύ τους. Το τελευταίο σημαίνει ότι η ανάπτυξη του ενός μπορεί να πυροδοτήσει την ανάπτυξη του άλλου.

Ο Hashweh (2005), χρησιμοποιώντας ερευνητικά και θεωρητικά δεδομένα, παρουσίασε ένα επταγωνικό μοντέλο στο κέντρο του οποίου βρίσκονται οι «παιδαγωγικές κατασκευές του εκπαιδευτικού» «Teacher Pedagogical Construction-TPC» (Σχήμα 5). Κάθε TPC συνδέεται στην μνήμη με μια συγκεκριμένη διδακτική ενότητα που διδάσκει συνήθως ο εκπαιδευτικός. Ο τίτλος κάθε διδακτικής ενότητας λειτουργεί ως ευρετήριο που βοηθά τον εκπαιδευτικό να ανασύρει από τη μνήμη την σχετιζόμενη TPC. Για παράδειγμα, η «φωτοσύνθεση» είναι η ετικέτα που ενεργοποιεί στην μνήμη την TPC για την φωτοσύνθεση. Το άθροισμα των «παιδαγωγικών κατασκευών» αποτελεί την ΠΓΠ του εκπαιδευτικού. Τα επτά συστατικά των TPC αναπαριστώνται ως κύκλοι οι οποίοι διατάσσονται γύρω από έναν κεντρικό κύκλο που αναπαριστά την ΠΓΠ. Οι κύκλοι των συστατικών συνδέονται μεταξύ τους δείχνοντας την αλληλεπίδρασή τους (Σχήμα 5). Τα συστατικά αυτά είναι τα εξής: 1) Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ, 2) Γνώση ΑΠ, 3) Γνώση για τους Πόρους, 4) Γνώση Περιεχομένου, 5) Γνώση για τους μαθητές, 6) Παιδαγωγική Γνώση και, 7) Γνώση Πλαισίου. Και τα επτά συστατικά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους δημιουργώντας τη «γνωστική οικολογία» του εκπαιδευτικού (Strike & Posner, 1992, στο Hashweh, 2005, p. 282). Κάθε TPC αναπτύσσεται ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης διδασκαλίας και αναστοχασμού μετά από αυτήν, οπότε η ΠΓΠ θα είναι διαφορετική σε κάθε εκπαιδευτικό και επίσης, εξειδικευμένη για μια διδακτική ενότητα.

Οι Lee & Luft (2008), μετά από εμπειρική έρευνα, κατέληξαν σε επτά είδη γνώσεων ως συστατικών της ΠΓΠ (Πίνακας 2): της Επιστήμης (Knowledge of Science), των Σκοπών (Goals), των Μαθητών, του Αναλυτικού Προγράμματος, της Διδασκαλίας (Teaching), της Αξιολόγησης και των Πόρων (Resources). Τα συστατικά μαζί με την περιγραφή τους παρουσιάζονται σε έναν Πίνακα. Αυτά τα συστατικά συνδέονται μεταξύ τους με διαφορετικό τρόπο σε κάθε εκπαιδευτικό. Για παράδειγμα, ένας εκπαιδευτικός μπορεί να θεωρεί πως η Γνώση περιεχομένου και η Γνώση των σκοπών είναι άρρηκτα συνδεδεμένες, ενώ ένας άλλος να θεωρεί ως σημαντικότερη τη Γνώση των μαθητών, η οποία μαζί με τη γνώση του περιεχομένου είναι οι κινητήριες δυνάμεις της διδασκαλίας. Επίσης, συμπεραίνουν πως κάθε εκπαιδευτικός διαθέτει έναν γενικό πυρήνα ΠΓΠ που περιλαμβάνει τη Γνώση του περιεχομένου, των Στόχων αλλά και τη Γνώση που διαθέτει για τους μαθητές. Αυτός ο πυρήνας των συστατικών μπορεί να αλληλεπιδρά με διαφορετικό τρόπο που εξαρτάται από το διδασκόμενο περιεχόμενο αλλά και τον εκπαιδευτικό. Τέλος, η ΠΓΠ εξελίσσεται διαφορετικά στον κάθε εκπαιδευτικό και σε διαφορετικές φάσεις της επαγγελματικής του πορείας.

Σχήμα 5: Μοντέλο της γνώσης του εκπαιδευτικού των ΦΕ κατά Hashweh (2005, p. 282)

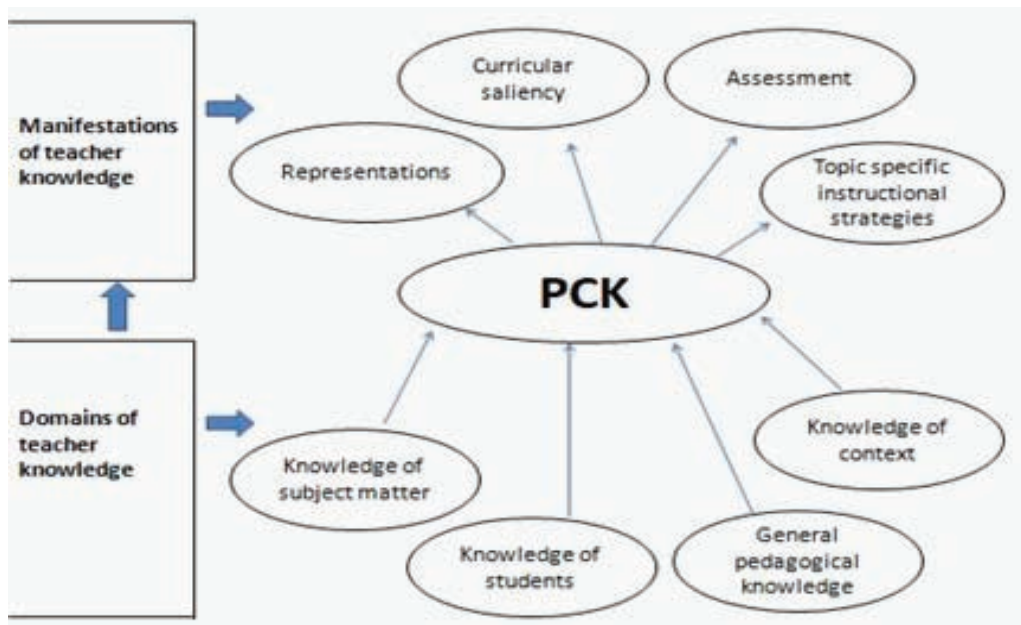


Πίνακας 2: Τα επτά συστατικά της ΠΓΠ και τα στοιχεία τους κατά Lee & Luft (2008, p. 1352)

Components	Elements
Knowledge of Science	Science content, the nature of science, scientific practice, scientific process
Knowledge of Goals	Scientific literacy, real-life application, integrated understanding.
Knowledge of Students	Different levels, needs, interests, prior knowledge, ability, learning difficulties, misconceptions
Knowledge of Curriculum Organization	State and local standards, making connections between lessons and units, making decisions about what to teach, flexible design.
Knowledge of Teaching	Various teaching methods, use of motivating activities, ability to select effective activities.
Knowledge of Assessment	Formal and informal ways of assessment, skills for students' discussion and questioning, immediate feedback.
Knowledge of Resources	Materials, activities, multimedia, laboratory technology, science magazines.

Οι Rollnick et al. (2008) παρουσίασαν ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο, η ΠΓΠ τοποθετείται στο σημείο επαφής μεταξύ γνώσης (Domains of teacher Knowledge) και πράξης (Manifestations of teacher knowledge). Όσον αφορά τη γνώση, η ΠΓΠ είναι το προϊόν ενσωμάτωσης τεσσάρων γνώσεων (Σχήμα 6): της Γνώσης Περιεχομένου, της Γνώσης για τους μαθητές, της Γνώσης Πλαισίου και της Παιδαγωγικής Γνώσης. Το μοντέλο τους προέκυψε κατά τη διάρκεια εμπειρικής έρευνας για την θέση του Περιεχομένου στην ΠΓΠ. Από τα δεδομένα των παρατηρήσεων στην τάξη, συμπεράναν ότι ο συνδυασμός των τεσσάρων συστατικών εκδηλώνεται με την παραγωγή «προϊόντων» (Manifestations), δηλαδή των αναπαραστάσεων, των διδακτικών στρατηγικών, της αξιολόγησης που λαμβάνει χώρα καθώς και την γνώση των βασικότερων σημείων του Αναλυτικού Προγράμματος (Curricular Saliency). Τα τέσσερα συστατικά αναπαριστώνται ως ελλείψεις οι οποίες συνδέονται με βέλη με την ΠΓΠ, η οποία, επίσης, αναπαρίσταται ως έλλειψη.

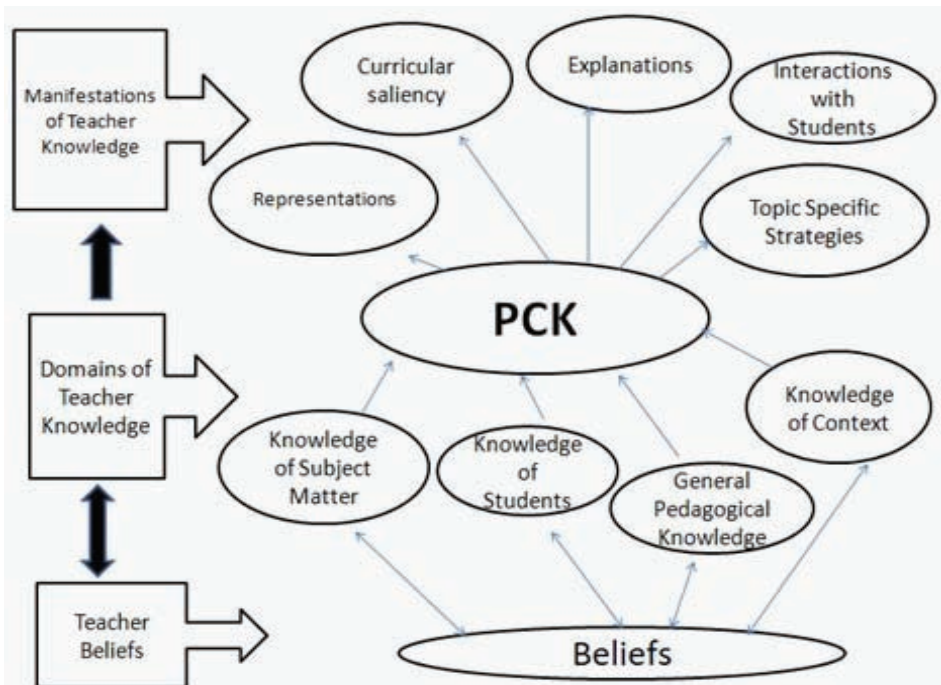
Σχήμα 6: Το μοντέλο της ΠΓΠ κατά Rollnick et al. (2008, p. 1381)



Το μοντέλο Rollnick et al. (2008) αποτέλεσε τη βάση για μεταγενέστερες μελέτες. Μια τροποποιημένη έκδοση του μοντέλου παρουσιάζουν οι Davidowitz & Rollnick (2011) (Σχήμα 7). Στην τροποποιημένη έκδοση γίνεται η προσθήκη των πεποιθήσεων του εκπαιδευτικού (Beliefs), δηλαδή των τρόπων με τους οποίους ένας εκπαιδευτικός αντιλαμβάνεται τη φύση της μάθησης, τους μαθητές αλλά και τον ρόλο του μέσα στην τάξη (Davidowitz & Rollnick, 2011). Οι τομείς γνώσης του εκπαιδευτικού με τη σειρά τους ενσωματώνονται για να δημιουργηθεί η ΠΓΠ. Η ΠΓΠ γίνεται «ορατή» μέσα στην τάξη (Manifestations). Τα βέλη διπλής κατεύθυνσης δείχνουν την αμφίδρομη αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών της ΠΓΠ και των πεποιθήσεων του εκπαιδευτικού.

Σε μεταγενέστερη δουλειά τους, οι Mavhunga & Rollnick (2013) παρουσίασαν το μοντέλο της εξειδικευμένης για μια διδακτική ενότητα ΠΓΠ (Topic-Specific PCK) (περιεχόμενο που αφορά την χημική ισορροπία) το οποίο εφάρμοσαν σε πρόγραμμα εκπαίδευσης υποψήφιων εκπαιδευτικών. Τονίζουν την διασύνδεση που υπάρχει ανάμεσα στην εξειδικευμένη για μια διδακτική ενότητα ΠΓΠ με τον μετασχηματισμό αυτού του περιεχομένου για την διδασκαλία του (Transformed Specific Subject Matter Knowledge, SMK). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι μια αποτελεσματική διδασκαλία απαιτεί τον μετασχηματισμό του περιεχομένου.

Σχήμα 7: Μοντέλο Davidowitz & Rollnick (2011, p.364)

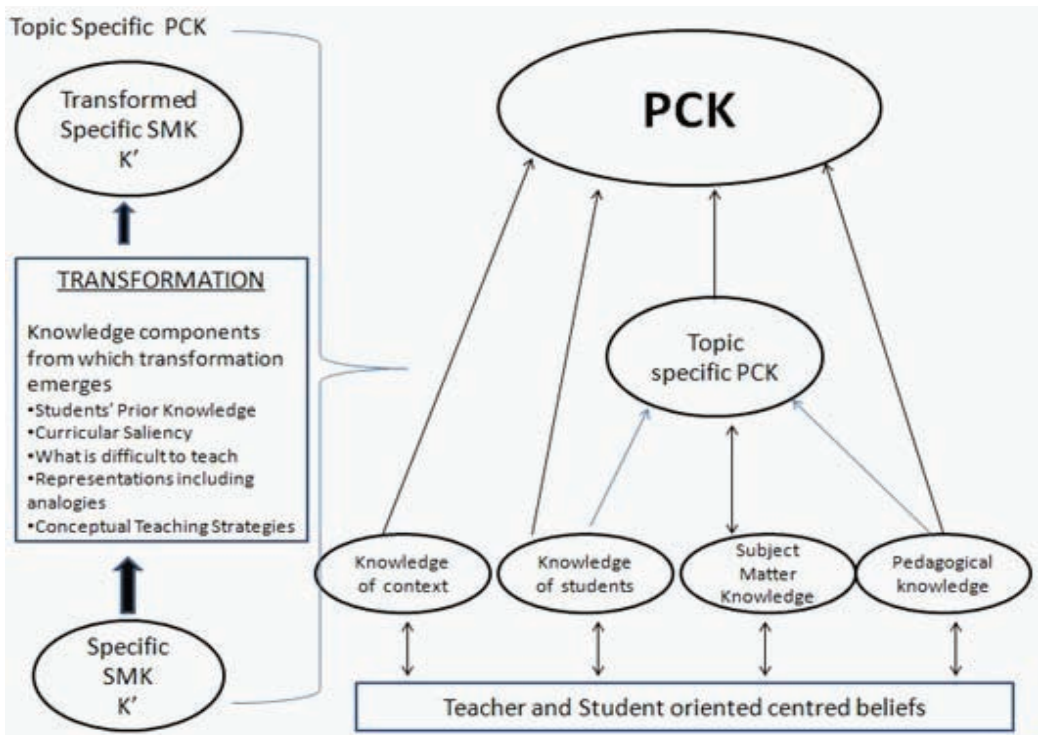


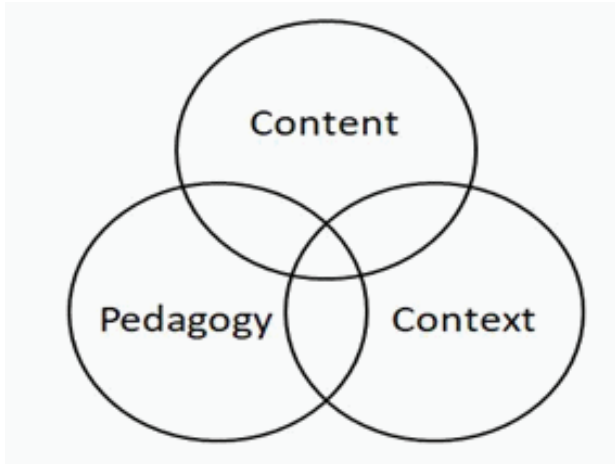
Στην αριστερή πλευρά του μοντέλου η εξειδικευμένη για μια διδακτική ενότητα ΠΓΠ (Topic Specific PCK), για παράδειγμα, η διδασκαλία της χημικής ισορροπίας, αναπαρίσταται ως έλλειψη, και, τοποθετείται ανάμεσα στη γενική ΠΓΠ (PCK), δηλαδή την ΠΓΠ που αφορά έναν τομέα της επιστήμης, για παράδειγμα την Χημεία, και στις γνώσεις που τις τροφοδοτούν. Οι γνώσεις αυτές είναι: Γνώση Πλαισίου, Γνώση για τους μαθητές, Γνώση Περιεχομένου και Παιδαγωγική Γνώση. Και οι τέσσερις κατηγορίες γνώσεων επηρεάζονται αμοιβαία από τις πεποιθήσεις του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των ΦΕ (Teacher and Student Oriented Central Beliefs), όπως καταδεικνύουν τα βέλη διπλής κατεύθυνσης. Το σημαντικό εύρημα της εμπειρικής τους έρευνας είναι ότι υπάρχει αμοιβαία σχέση μεταξύ της ΠΓΠ και του μετασχηματισμού του περιεχομένου για διδασκαλία, σε αντίθεση με την

επικρατούσα άποψη πως ο μετασχηματισμός του περιεχομένου πηγάζει από την ΠΓΠ. Αυτό καταδεικνύεται με την αναπαράσταση του μετασχηματισμού του περιεχομένου στην δεξιά πλευρά του μοντέλου. Όπως φαίνεται, ο μετασχηματισμός του περιεχομένου ολοκληρώνεται μέσα από 5 συστατικά, εξειδικευμένα για το διδασκόμενο περιεχόμενο: α) τη γνώση των προηγούμενων γνώσεων των μαθητών καθώς και των παρανοήσεών τους, β) γνώση των βασικότερων σημείων του Αναλυτικού Προγράμματος (Curricular Saliency), γ) τις δυσκολίες κατανόησης που παρουσιάζει το συγκεκριμένο περιεχόμενο, δ) παραδείγματα, αναπαραστάσεις και αναλογίες που θα διευκολύνουν την διδασκαλία του συγκεκριμένου περιεχομένου, και, ε) διδακτικές στρατηγικές (Σχήμα 8).

Οι Otto & Everett (2013) παρουσιάζουν μια διδακτική στρατηγική για τη ρητή διδασκαλία της ΠΓΠ (Σχήμα 9). Θεωρούν πως ένα διάγραμμα τύπου Venn, το οποίο συνίσταται από τρεις κύκλους, μπορεί να γίνει μέσο για την εισαγωγή της έννοιας της ΠΓΠ σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης καθώς και για να τους βοηθήσει στον σχεδιασμό μαθημάτων ΦΕ. Ο κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει μια σφαίρα γνώσης: Παιδαγωγική, Πλαισίου και Περιεχομένου. Η ΠΓΠ είναι το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης των τριών σφαιρών γνώσης. Επίσης, αναπαριστώνται και οι αλληλεπιδράσεις των σφαιρών γνώσης ανά δύο (Παιδαγωγική/Περιεχόμενο, Παιδαγωγική/Πλαίσιο και Πλαίσιο/Περιεχόμενο).

Σχήμα 8: Μοντέλο Mavhunga & Rollnick (2013, p.115) (K'=knowledge)



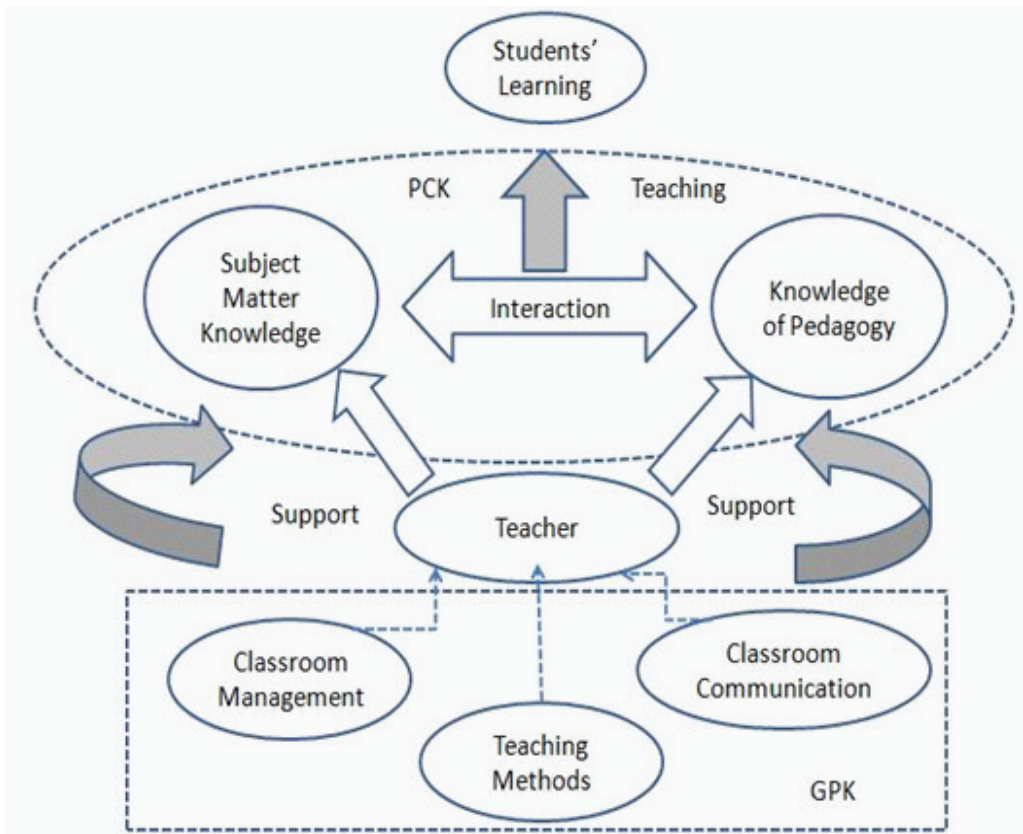
Σχήμα 9: Το μοντέλο ΠΓΠ κατά Otto & Everett (2013)

Κατά τους Otto & Everett (2013) το μοντέλο της ΠΓΠ είναι απλό στη χρήση, κατανοητό και εύκολο στην απομνημόνευση, καθώς και εύκολα εφαρμόσιμο στον σχεδιασμό μαθημάτων. Ειδικότερα, σύμφωνα με τους Otto & Everett (2013), η Παιδαγωγική αφορά τη γνώση των διδακτικών στρατηγικών, το Πλαίσιο αναφέρεται στην περιγραφή της τάξης και του σχολείου, ενώ το Περιεχόμενο αφορά τους μαθησιακούς στόχους. Σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις, η αλληλεπίδραση Παιδαγωγικής/Πλαισίου σχετίζεται με τη γνώση του εκπαιδευτικού για τους πόρους που απαιτούνται για να υποστηριχθούν οι δραστηριότητες, η αλληλεπίδραση Παιδαγωγικής/Περιεχομένου αφορά τις μεθόδους για την επίτευξη ειδικών μαθησιακών αποτελεσμάτων, ενώ η αλληλεπίδραση Περιεχομένου/Πλαισίου σχετίζεται με την γνώση του εκπαιδευτικού για το μαθησιακό προφίλ των μαθητών για ένα περιεχόμενο. Τέλος, η ΠΓΠ αποτελεί την ενσωμάτωση των τριών συστατικών.

Οι Sothayapetch et al. (2013) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο για τη Γνώση του εκπαιδευτικού ΦΕ, ως το θεωρητικό πλαίσιο της εμπειρικής τους έρευνας πάνω στην ΠΓΠ και τη Γενική Παιδαγωγική Γνώση (Σχήμα 10). Η ΠΓΠ αναπαρίσταται ως έλλειψη η οποία ενσωματώνει δύο μικρότερες ελλείψεις, τα συστατικά της, τα οποία είναι η Γνώση Περιεχομένου και η Γνώση της Παιδαγωγικής.

Τα δύο συστατικά συνδέονται με βέλος διπλής κατεύθυνσης το οποίο αναδεικνύει την αλληλεπίδρασή τους. Σε αυτό το μοντέλο, επίσης, είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος της Γενικής Παιδαγωγικής Γνώσης (GPK), η οποία αναπαρίσταται ως τετράγωνο που ενσωματώνει τα συστατικά της. Τα συστατικά της GPK αναπαρίστανται ως ελλείψεις και είναι η διαχείριση τάξης, η επικοινωνία μέσα στην τάξη καθώς και οι διδακτικές μέθοδοι. Σύμφωνα με αυτό ο εκπαιδευτικός αναμειγνύει τη Γνώση Περιεχομένου και την Παιδαγωγική Γνώση μέσα στην τάξη. Επίσης, υποστηρίζουν ότι πολλές φορές η ΠΓΠ από μόνη της δεν είναι αρκετή για να αντιμετωπίσει ο εκπαιδευτικός απρόβλεπτες καταστάσεις μέσα στην τάξη και πως η Γενική Παιδαγωγική Γνώση είναι αυτή που θα τον υποστηρίξει π.χ. με τη δεξιότητα της διαχείρισης της τάξης ή της επικοινωνίας μέσα στην τάξη (Σχήμα 10).

Σχήμα 10: Μοντέλο της Γνώσης του Εκπαιδευτικού και της θέσης της ΠΓΠ μέσα σε αυτό κατά Sothayapetch et al. (2013, p. 88)



Μοντέλα στα οποία η Γνώση Περιεχομένου είναι μια ξεχωριστή κατηγορία γνώσης από την ΠΓΠ

Ο Tamir (1988), λίγο μετά τον Shulman παρουσιάζει ένα πλαίσιο κατηγοριών γνώσεων απαραίτητων για τη διδασκαλία (Πίνακας 3). Το πλαίσιο αυτό οργανώνεται σε έναν Πίνακα στον οποίο παρουσιάζονται έξι κατηγορίες γνώσεων που έχει στο οπλοστάσιό του ο εκπαιδευτικός, καθώς και οι αντίστοιχες περιγραφές για κάθε μια από αυτές. Για παράδειγμα, στη Γενική Παιδαγωγική Γνώση (General Pedagogical) διακρίνει την γνώση (knowledge) και τις δεξιότητες (skills) που πρέπει να διαθέτει ο εκπαιδευτικός για μια σειρά από τομείς: μαθητές, Αναλυτικό Πρόγραμμα, διδασκαλία, αξιολόγηση. Έτσι, για το Αναλυτικό Πρόγραμμα, κατά τον Tamir (1988), ο εκπαιδευτικός χρειάζεται, αφενός, να γνωρίζει τη φύση, δομή και λογική της Ταξινόμιας κατά Bloom (γνώση), αφετέρου να γνωρίζει πώς να προετοιμάσει τη διδασκαλία, για παράδειγμα τι εκπαιδευτικά υλικά θα χρειαστεί (δεξιότητες).

Επίσης, αναφέρει τον όρο «subject matter specific pedagogical knowledge» (Πίνακας 3), και, αντί του όρου «content» προτείνει τον όρο «subject matter». Στον όρο «subject matter» ενσωματώνεται τόσο η δηλωτική γνώση «substantive», (για παράδειγμα, οι έννοιες και τα φαινόμενα), όσο και η συντακτική γνώση «syntactic» (για παράδειγμα, οι δεξιότητες διερεύνησης όπως η διατύπωση υπόθεσης). Ομοίως, στον Πίνακα που παρουσιάζεται η γνώση του εκπαιδευτικού, γίνεται σαφής διάκριση ανάμεσα στη γενική παιδαγωγική γνώση και την παιδαγωγική γνώση για ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο, διότι η πρώτη μπορεί να διδαχθεί από ειδικούς της παιδαγωγικής σε γενικές γραμμές για όλα τα μαθήματα, ενώ η δεύτερη διδάσκεται από ειδικούς των παιδαγωγικών για το συγκεκριμένο μάθημα. Ειδικότερα, ως συστατικά της «subject matter specific pedagogical knowledge» (όπως και για την Γενική Παιδαγωγική Γνώση) διακρίνει τα εξής τέσσερα: Γνώση για τους μαθητές, Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος, Γνώση Αξιολόγησης και Γνώση Διδασκαλίας. Τέλος, διακρίνει σε κάθε περίπτωση, τη γνώση από τις δεξιότητες, διότι η πρώτη «μεταβιβάζεται» από κάποιον ειδικό, ενώ οι δεύτερες αποκτούνται «μόνο μέσα από την εμπειρία».

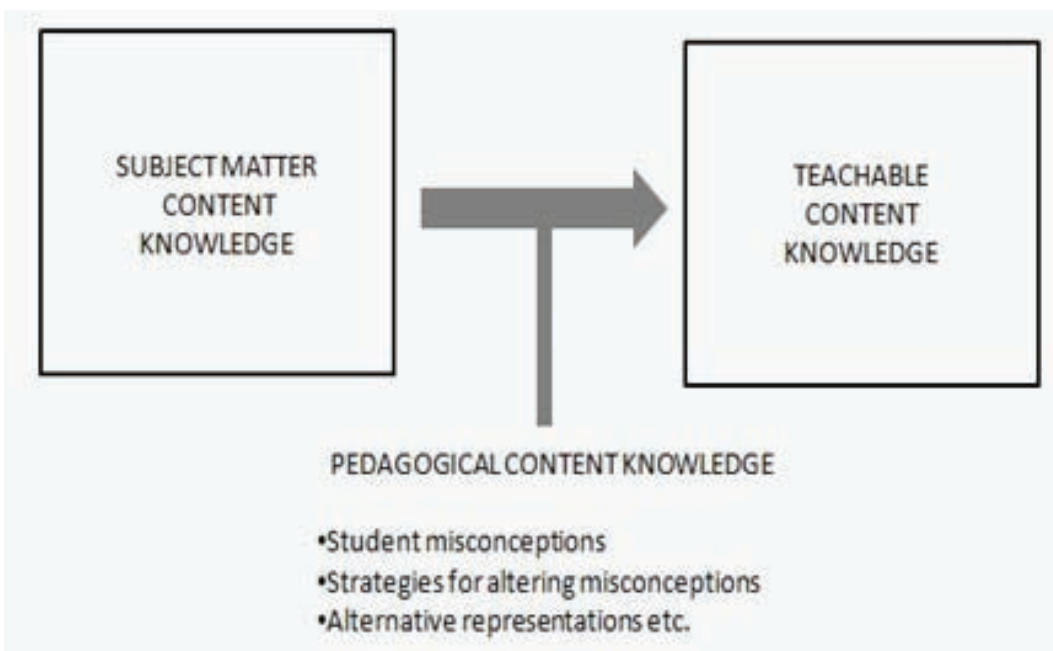
Πίνακας 3: Ένα πλαίσιο της γνώσης των εκπαιδευτικών κατά Tamir (1988, p. 100)

GENERAL LIBERAL EDUCATION	Basic skills of reading, mathematics, writing and reasoning.
PERSONAL PERFORMANCE	How do I look, speak, listen, and move in class?
SUBJECT MATTER	Knowledge: Major ideas and theories of a particular discipline (substantive). Skills: How to use o microscope (syntactic).
GENERAL PEDAGOGICAL	Student Knowledge: Piaget's development levels. Skills: How to deal with hyperactive students. Curriculum Knowledge: The nature, structure, and rationale of Bloom's Taxonomy. Skills: How to prepare a learning unit. Instruction (Teaching and management Knowledge): Different ways of assigning turns to students in class discussion. Skills: How to formulate a high level question. Evaluation Knowledge: Different types of tests. Skills: How to design a multiple choice item?
SUBJECT MATTER SPECIFIC PEDAGOGICAL	Student Knowledge: Specific common conceptions and misconceptions in a given topic. Skills: How to diagnose a student conceptual difficulty in a given topic. Curriculum Knowledge: The prerequisite concepts needed for understanding photosynthesis. Skills: How to design an inquiry oriented laboratory lesson. Instruction (Teaching and management).

	<p>Knowledge: A laboratory lesson consists of three phases: pre-lab discussion, performance, and post-laboratory discussion.</p> <p>Skills: How to teach students to use a microscope.</p> <p>Evaluation Knowledge: The nature and composition of the Practical Tests Assessment Inventory.</p> <p>Skills: How to evaluate manipulation laboratory skills.</p>
FOUNDATIONS OF THE TEACHING PROFESSION	History and policy, philosophy and psychology, cultural and cross-cultural factors, professional ethics.

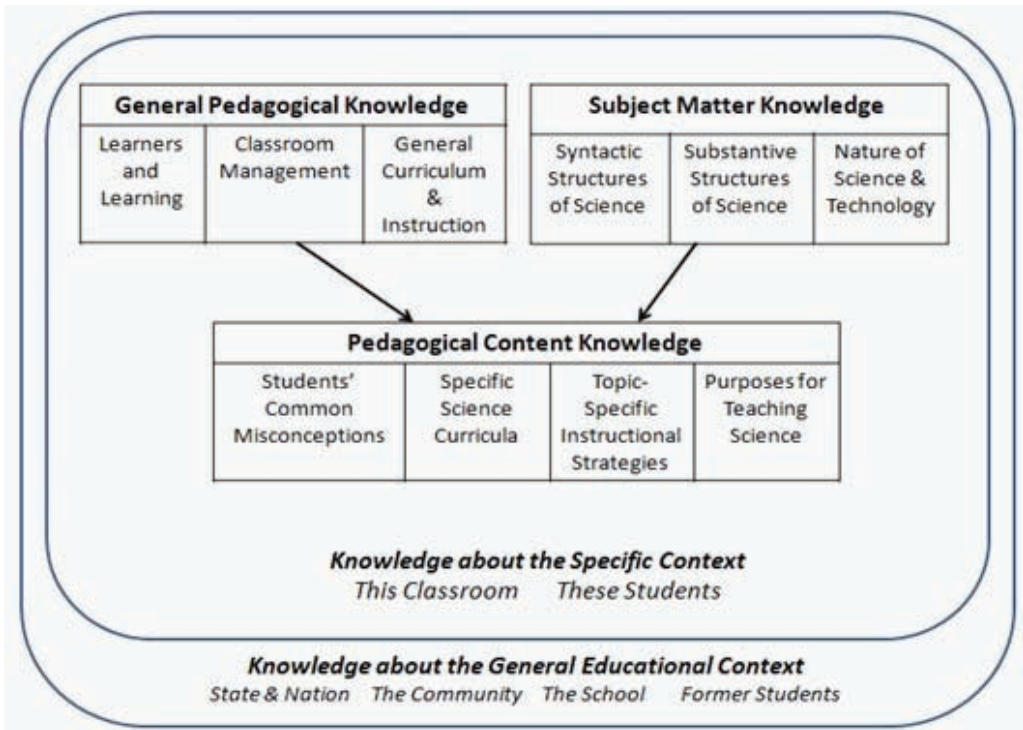
Ο Geddis (1993) εστιάζει στην «διδάξιμότητα» (teachability) του περιεχομένου και τον ρόλο της ΠΓΠ σε αυτήν. Θεωρεί πως η ΠΓΠ μπορεί να παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση υποψήφιων εκπαιδευτικών βοηθώντας τους να μάθουν να διδάσκουν. Για τον Geddis (1993) η ΠΓΠ αποτελεί το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης Παιδαγωγικής και Περιεχομένου και, σύμφωνα με το μοντέλο, συστατικά της είναι η Γνώση των Διδακτικών Στρατηγικών και Αναπαραστάσεων και η Γνώση για τους μαθητές (Σχήμα 11). Ιδιαίτερα, τον πιο σημαντικό ρόλο στο να μάθουν οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί να διδάσκουν παίζει η γνώση των παρανοήσεων και των δυσκολιών των μαθητών αναφορικά με ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο. Επίσης, οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να αποκτήσουν τη γνώση των διδακτικών στρατηγικών αλλά και των μέσων που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές στο να κατανοήσουν αυτό το περιεχόμενο.

Σχήμα 11: Το Μοντέλο Μετασχηματισμού της Γνώσης Περιεχομένου σε «διδάξιμη» γνώση και ο ρόλος της ΠΓΠ σε αυτόν κατά Geddis (1993, p. 677)



Ο Carlsen (1999) θεωρεί πως η ΠΓΠ είναι μια από τις 5 κατηγορίες γνώσης του εκπαιδευτικού και συνίσταται από: τη Γνώση για τους μαθητές, τη Γνώση των Σκοπών και Στόχων της διδασκαλίας των ΦΕ. Επιπλέον, ως συστατικά της ΠΓΠ θεωρεί δύο ακόμη κατηγορίες γνώσης που τις εξειδικεύει για το συγκεκριμένο διδασκόμενο περιεχόμενο: του Αναλυτικού Προγράμματος και των Διδακτικών Στρατηγικών (Σχήμα 12). Ακριβέστερα, το μοντέλο συνίσταται από ένα μεγάλο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο που αναπαριστά τη Γνώση για το γενικό εκπαιδευτικό Πλαίσιο (Knowledge about the General Educational Context), δηλαδή τη χώρα, την κοινότητα, το σχολείο και τους μαθητές. Μέσα σε αυτό το παραλληλόγραμμο υπάρχει ένα άλλο μικρότερο που αναπαριστά την Γνώση του συγκεκριμένου Πλαισίου, δηλαδή την τάξη και τους συγκεκριμένους μαθητές. Το παραλληλόγραμμο αυτό εσωκλείει τρία μικρότερα που είναι η Γενική Παιδαγωγική Γνώση (General Pedagogical Knowledge), η Γνώση Περιεχομένου (Subject Matter Knowledge) και η ΠΓΠ. Δύο βέλη δείχνουν πως η ΠΓΠ τροφοδοτείται από τη Γενική Παιδαγωγική Γνώση και τη Γνώση Περιεχομένου. Στο παραλληλόγραμμο της ΠΓΠ αναφέρει τα συστατικά της. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο Carlsen (1999) θεωρεί ιδιαίτερα σημαντική τη γνώση των ιδεών/παρανοήσεων των μαθητών και τη γνώση των διδακτικών στρατηγικών που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη διδακτική ενότητα, όπως η χρήση μοντέλων και η πραγματοποίηση εργαστηριακών πειραμάτων. Οι άλλοι τομείς γνώσης του εκπαιδευτικού είναι: Γνώση Περιεχομένου (την οποία διακρίνει σε δηλωτική, διαδικαστική και στη γνώση για τη φύση της επιστήμης), Γενική Παιδαγωγική Γνώση και Γνώση Πλαισίου. Η τελευταία εξειδικεύεται σε γενική (το κράτος, η κοινότητα, το σχολείο οι μαθητές) και ειδική (η συγκεκριμένη τάξη και οι συγκεκριμένοι μαθητές). Επίσης, ο Carlsen (1999) δίνει έμφαση στον ρόλο της γνώσης του Πλαισίου και τονίζει την αλληλεπίδρασή του με την ΠΓΠ. Συγκεκριμένα αναφέρει πως παράγοντες που σχετίζονται με το Πλαίσιο της διδασκαλίας, μπορεί να οδηγήσουν στη δημιουργία νέας ΠΓΠ και αυτή η νέα ΠΓΠ με την σειρά της μπορεί να οδηγήσει τον εκπαιδευτικό να κατανοήσει καλύτερα τους μαθητές του με αποτέλεσμα να αλλάξει το περιβάλλον μέσα στην τάξη, όπως και τις εργασίες που αναθέτει στους μαθητές. Με λίγα λόγια μπορεί να οδηγήσει στην αλλαγή του Πλαισίου της διδασκαλίας.

Σχήμα 12: Οι τομείς γνώσης του εκπαιδευτικού και η θέση της ΠΓΠ μαζί με τα συστατικά της κατά Carlsen (1999, p. 136)

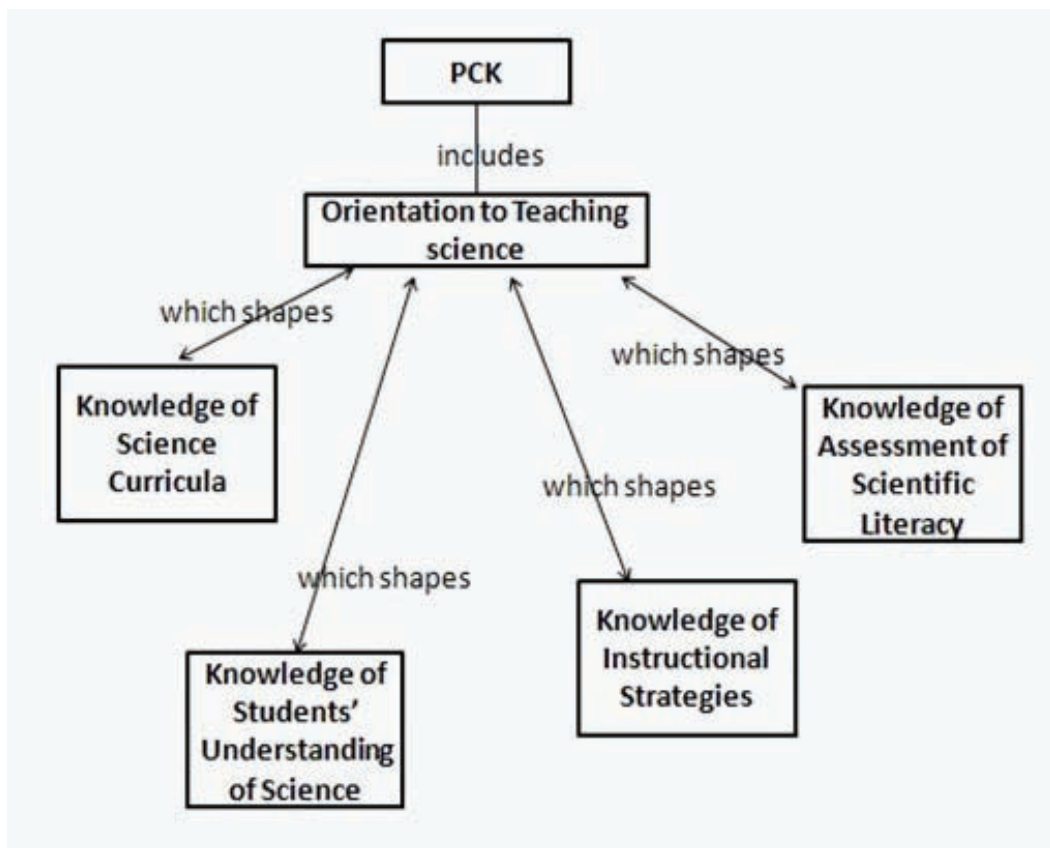


Οι Magnusson et al. (1999) παρουσίασαν ένα μοντέλο για τα συστατικά της ΠΓΠ το οποίο συγκεντρώνει τις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές (Σχήμα 13). Τα συστατικά καθώς και η ίδια η ΠΓΠ, αναπαριστώνται ως παραλληλόγραμμα με διπλά βέλη να δείχνουν τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Ακολουθώντας τη γραμμή Shulman θεωρούν τη Γνώση Περιεχομένου ως ξεχωριστή κατηγορία γνώσης και όχι ως συστατικό της ΠΓΠ. Ειδικότερα, ορίζουν την ΠΓΠ ως την ειδική γνώση που χρησιμοποιεί ο εκπαιδευτικός για να μετασχηματίσει τη Γνώση Περιεχομένου προς όφελος των μαθητών. Βέβαια, εκτός από τα δύο βασικά συστατικά του Shulman, δηλαδή τη Γνώση των διδακτικών στρατηγικών και τη Γνώση των μαθητών, οι (Magnusson et al., 1999) προσθέτουν άλλα τρία, δημιουργώντας ένα μοντέλο πέντε συστατικών τα οποία είναι τα εξής: α) Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ. Αυτό το συστατικό λειτουργεί ως «ενοιολογικός χάρτης» που καθοδηγεί τις διδακτικές αποφάσεις για θέματα όπως οι καθημερινοί διδακτικοί στόχοι, το περιεχόμενο των εργασιών που δίδονται στους μαθητές, η χρήση των σχολικών εγχειριδίων καθώς και άλλα υλικά και τέλος την αξιολόγηση των μαθητών. Οι προσανατολισμοί συνήθως οργανώνονται σύμφωνα με την έμφαση που δίνεται στη διδασκαλία (ανάλογα αν δίνεται έμφαση στο περιεχόμενο, στη διδασκαλία ή στη διερεύνηση), β) Γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος των ΦΕ, γ) Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν

και των τρόπων αξιολόγησης, δ) Γνώση για τους μαθητές, και, ε) Γνώση διδακτικών στρατηγικών.

Επιπρόσθετα, σε αυτό το μοντέλο τα συστατικά του αλληλεπιδρούν και η έλλειψη συνοχής μεταξύ τους μπορεί να αποβεί προβληματική στην ανάπτυξη και χρήση της ΠΓΠ. Επίσης, η αύξηση της γνώσης σε ένα συστατικό μπορεί να μην είναι αρκετή για να προκαλέσει αλλαγή στην πράξη. Τέλος, ο αναστοχασμός έχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της ΠΓΠ, ενώ, παράλληλα αυτά τα συστατικά παραμένουν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Σχήμα 13: Μοντέλο για τα συστατικά της ΠΓΠ ΦΕ κατά Magnusson et al. (1999, p. 99)

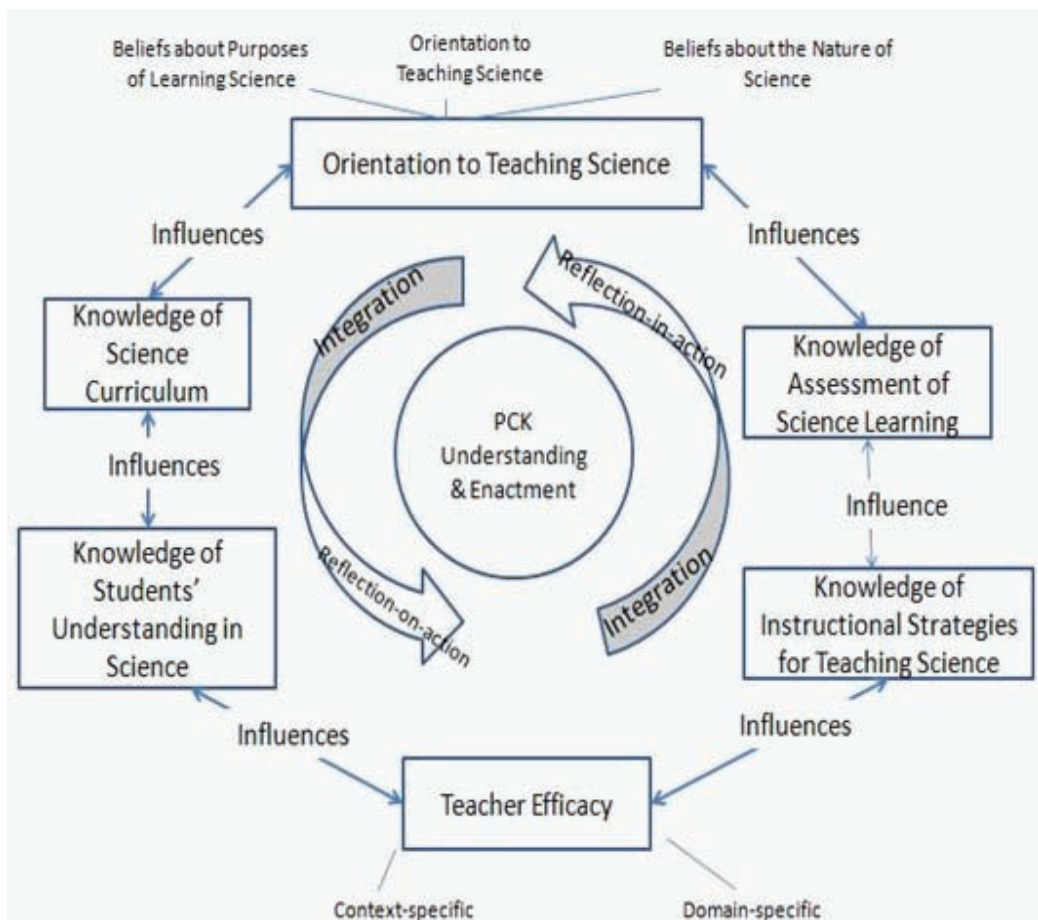


Στο μοντέλο των Magnusson et al. (1999) βασίστηκαν οι Park & Oliver (2008) προκειμένου να αναπτύξουν το δικό τους όσον αφορά την ΠΓΠ ΦΕ (Σχήμα 14). Στα πέντε συστατικά του μοντέλου των Magnusson et al. (1999) πρόσθεσαν ένα έκτο: την αυτοαποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού. Συνοπτικά τα συστατικά της ΠΓΠ που περιγράφονται σε αυτό το μοντέλο είναι:

1. Αυτοαποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού (teacher efficacy): αυτή συνδέεται με τις πεποιθήσεις του εκπαιδευτικού για την ικανότητά του να χρησιμοποιεί αποτελεσματικές διδακτικές μεθόδους.
2. Γνώση για τους μαθητές: για την αποτελεσματική εφαρμογή της ΠΓΠ, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να γνωρίζουν τι γνωρίζουν οι μαθητές τους για το συγκεκριμένο περιεχόμενο που πρόκειται να διδάξουν καθώς και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν για να το μάθουν.
3. Γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος (Curriculum Knowledge): αυτή αναφέρεται στη γνώση του εκπαιδευτικού για τα υλικά που απαιτούνται για τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου μαθήματος όπως και στη γνώση τόσο του οριζόντιου Αναλυτικού Προγράμματος (δηλαδή των μαθημάτων που διδάσκονται σε μια τάξη), όσο και του κάθετου Αναλυτικού Προγράμματος (δηλαδή τι διδάσκονται οι μαθητές για ένα συγκεκριμένο μάθημα σε όλες τις τάξεις).
4. Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ (Orientation to Teaching Science).
5. Γνώση Διδακτικών Στρατηγικών: αυτή αφορά τόσο στη γνώση των γενικών διδακτικών στρατηγικών που αφορούν στη διδασκαλία των ΦΕ, π.χ. στρατηγικές εννοιο-λογικής αλλαγής (conceptual change strategies), όσο και στη γνώση των διδακτικών στρατηγικών που σχετίζονται με τη διδασκαλία συγκεκριμένων διδακτικών εννοιών των ΦΕ.
6. Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν και των τρόπων αξιολόγησης: αυτή αφορά στη γνώση κατάλληλων μεθόδων, οργάνων και δραστηριοτήτων με τις οποίες μπορεί να αξιολογηθεί η γνώση ΦΕ που απέκτησαν οι μαθητές.

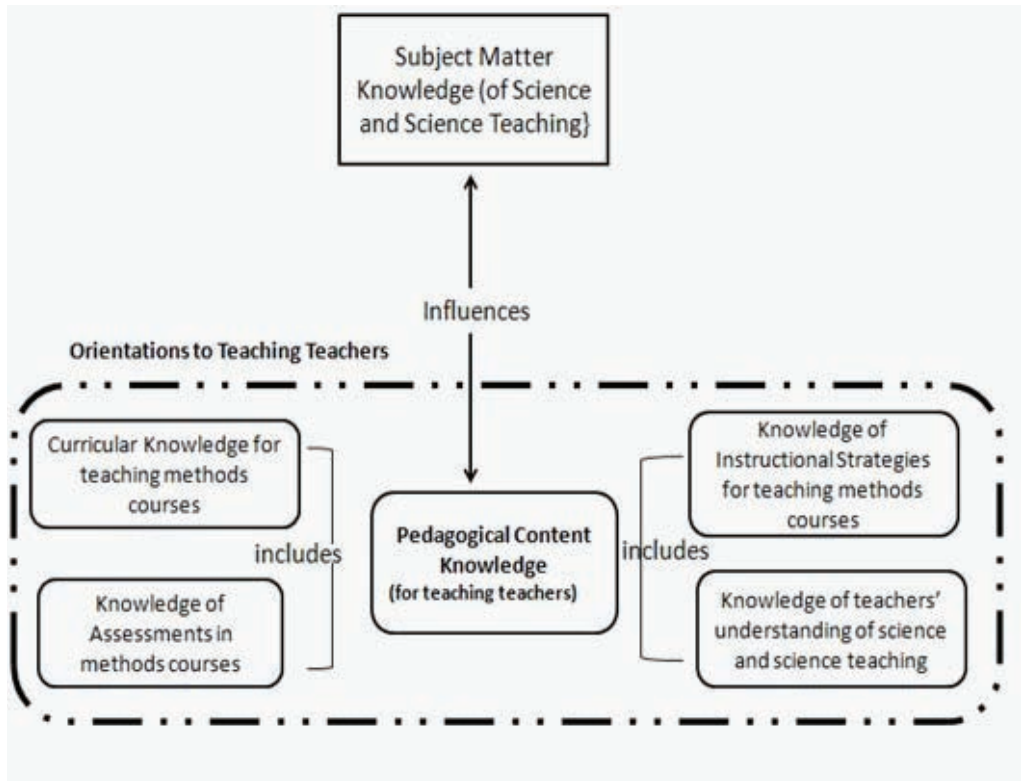
Ειδικότερα, τα έξι συστατικά τοποθετούνται στις κορυφές ενός εξαγώνου στο κέντρο του οποίου βρίσκεται η ΠΓΠ και συνδέονται ανά δύο με βέλη διπλής κατεύθυνσης. Αυτό δείχνει πως αφενός τα έξι συστατικά αλληλοεπηρεάζονται, αφετέρου ότι οι εκπαιδευτικοί για μια αποτελεσματική διδασκαλία τα αναμιγνύουν και τα εφαρμόζουν σε ένα δεδομένο πλαίσιο, με τη συνδρομή του αναστοχασμού προκειμένου να εξελιχθεί η ΠΓΠ. Συγκεκριμένα, καθώς η ΠΓΠ αναπτύσσεται μέσω του αναστοχασμού η συνοχή των συστατικών αυξάνεται και αντίστροφα. Παρότι, όμως, στηρίζονται στον μοντέλο των Magnusson et al. (1999), διαχωρίζουν τη θέση τους, αναφέροντας πως η ΠΓΠ είναι αποτέλεσμα ενσωμάτωσης των συστατικών της και όχι μετασχηματισμού.

Σχήμα 14: Το εξαγωνικό μοντέλο της ΠΓΠ των Park and Oliver (2008, p. 279)



Στο μοντέλο των Abell et al. (2009) (Σχήμα 15) η Γνώση του Περιεχομένου και της διδασκαλίας του αναπαρίσταται μέσα σε ένα παραλληλόγραμμο, το οποίο συνδέεται με βέλος διπλής κατεύθυνσης με την ΠΓΠ, δείχνοντας την αλληλεπίδρασή τους. Επίσης, στην αναπαράσταση υπάρχει ένα μεγάλο παραλληλόγραμμο που εμπεριέχει την ΠΓΠ και τα συστατικά της, δηλαδή τη Γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος, τη Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν και των τρόπων αξιολόγησης, των διδακτικών Στρατηγικών και τη Γνώση για τους μαθητές. Οι Abell et al. (2009) θέλουν να δείξουν στην αναπαράσταση αυτή πως η ΠΓΠ φιλτράρεται μέσα από τις Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ (Orientations to Teaching science), όπως ορίζεται από τους Magnusson et al. (1999), τοποθετώντας τη συγκεκριμένη γνώση έξω από το μεγάλο παραλληλόγραμμο της ΠΓΠ και των συστατικών της.

Σχήμα 15: Το μοντέλο των Abell et al. (2009, p.80)



Οι Schneider & Plasman (2011), δεν παρουσίασαν κάποιο καινούριο μοντέλο της ΠΓΠ, αλλά έκαναν μια ενδελεχή βιβλιογραφική επισκόπηση σε βάθος 30ετίας, για τις Προόδους Μάθησης (Learning Progressions) των εκπαιδευτικών αναφορικά με κάθε ένα από τα συστατικά του μοντέλου των Magnusson et al. (1999) (Πίνακας 4). Οι Πρόοδοι Μάθησης ορίζονται ως οι διαδοχικά όλο και πιο εξελιγμένοι τρόποι σκέψης των εκπαιδευτικών, αναφορικά με ένα συστατικό της ΠΓΠ, κατά τη διάρκεια μεγάλου χρονικού διαστήματος, σαν αυτές που αφορούν τους μαθητές και περιγράφονται από έγγραφα όπως το National Research Council (NRC, 2007): «The successively more sophisticated ways of thinking about an idea that follow one another over a broad span of time» (σ. 531). Το πλαίσιο των Προόδων Μάθησης την κάνει μια ξεχωριστή στο είδος της επισκόπηση για το πώς και τι μαθαίνουν οι εκπαιδευτικοί, σε διαφορετικά στάδια της επαγγελματικής τους πορείας (υποψήφιοι, αρχάριοι, έμπειροι, πολύ έμπειροι), αναφορικά με καθένα από τα πέντε συστατικά της ΠΓΠ κατά Magnusson et al. (1999). Συνεπώς, θεωρούν ότι αυτή η εργασία τους θα βοηθήσει στον σχεδιασμό προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών ΦΕ. Ακολουθεί παράδειγμα μιας Προόδου Μάθησης.

Μια Πρόοδος Μάθησης για τις στρατηγικές διερεύνησης στους υποψήφιους εκπαιδευτικούς ξεκινά με την αρχική αντίληψη του εκπαιδευτικού και ακολούθως το κάθε βέλος αναπαριστά την εξελιγμένη αντίληψη του εκπαιδευτικού:

Αρχική αντίληψη του εκπαιδευτικού: Οι στρατηγικές διερεύνησης είναι hands-on δραστηριότητες που οδηγούν στην “Ανακάλυψη”, είναι δύσκολο να τεθούν σε εφαρμογή και μπορεί να είναι ακατάλληλες για τους μαθητές.

- Οι στρατηγικές διερεύνησης είναι κυρίως ευκαιρίες συλλογής δεδομένων μέσω παρατηρήσεων ή πειραματισμού και μπορεί να είναι δασκαλοκεντρικές
- Οι στρατηγικές διερεύνησης είναι ευκαιρίες για μαθητές να θέτουν ερωτήσεις ή να συλλέγουν και να δουλεύουν με τα δικά τους δεδομένα και τα παραδοσιακά μαθήματα μπορούν να διδαχθούν με διερεύνηση
- Στις στρατηγικές διερεύνησης οι μαθητές θέτουν ερωτήματα, σχεδιάζουν έρευνες, συλλέγουν δεδομένα και βγάζουν συμπεράσματα.

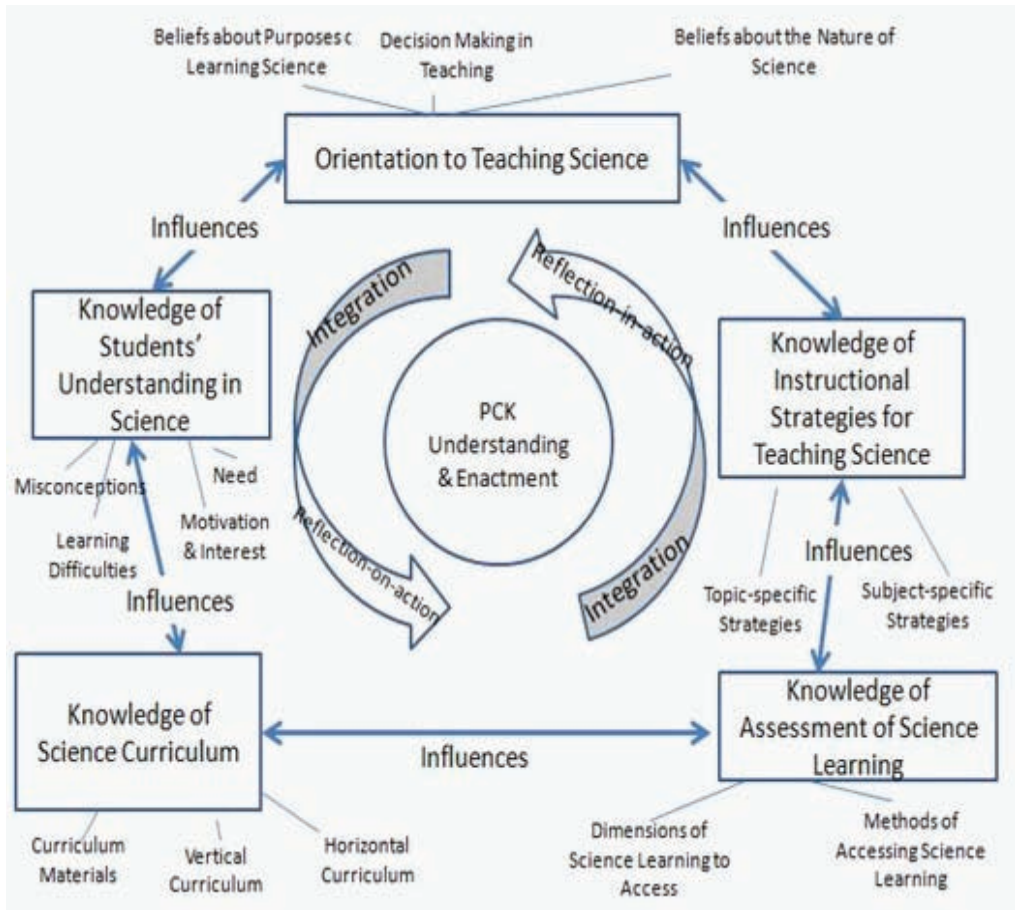
Πίνακας 4: Τα συστατικά της ΠΓΠ κατά Schneider & Plasman (2011, p. 538)

Components of science teacher PCK	Categories for each component of PCK
Orientations to teaching science	Teachers' ideas about: Purposes and goals for teaching science The nature of science The nature of teaching and learning science for students
Student thinking about science	Teachers' ideas about: Students' initial science ideas and experiences Development of science ideas How students express science ideas Challenging science ideas for students Appropriate level of science understanding
Instructional strategies in science	Teachers' ideas about: Inquiry strategies Science phenomena strategies Discourse strategies in science General student-centered strategies for science
Science curriculum	Teachers' ideas about: Scope of science Sequence of science Curricular resources available for science Using standards to guide planning and teaching science

Assessment of students' science learning	Teachers' ideas about: Strategies for assessing student thinking in science How or when to use science assessments
--	--

Σύμφωνα με το πενταγωνικό μοντέλο των Park & Chen (2012) η ΠΓΠ είναι το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης 5 συστατικών: 1) Γνώσεις και Απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ, 2) Γνώση Διδακτικών Στρατηγικών, 3) Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν και των τρόπων αξιολόγησης, 4) Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος και 5) Γνώση για τους μαθητές. Τα πέντε συστατικά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και η ποιότητα της ΠΓΠ εξαρτάται από τη συνοχή τους (Park & Chen, 2012). Ειδικότερα, στην έρευνά τους μελέτησαν τη φύση της ενσωμάτωσης των συστατικών αναφορικά με τα περιεχόμενα της φωτοσύνθεσης και της κληρονομικότητας. Συγκεκριμένα, κατέληξαν πως αυτή η φύση έχει πέντε χαρακτηριστικά: 1) η ενσωμάτωση των συστατικών είναι ίδιον του εκπαιδευτικού και εξειδικευμένη για το περιεχόμενο, 2) η Γνώση για τους μαθητές και η Γνώση των διδακτικών στρατηγικών έχουν κεντρικό ρόλο σε αυτήν την ενσωμάτωση, 3) η Γνώση του Αναλυτικού Προγράμματος και η Γνώση της Αξιολόγησης έχουν την μικρότερη σύνδεση με τα υπόλοιπα συστατικά, 4) η Γνώση της Αξιολόγησης πιο συχνά συνδέεται με τη Γνώση των Διδακτικών Στρατηγικών και τη Γνώση για τους μαθητές και 5) Οι Γνώσεις και Απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ κατευθύνουν τη Γνώση Διδακτικών Στρατηγικών. Συνεπώς, θεωρούν πως αυτή η εμπειρική έρευνα τονίζει το γεγονός πως η ποιότητα της ΠΓΠ εξαρτάται τόσο από τον βαθμό συνοχής των πέντε συστατικών μεταξύ τους, όσο και από τη δύναμη του κάθε ανεξάρτητου συστατικού. Είναι σημαντικό να τονίσουμε πως τόσο το αρχικό όσο και το αναθεωρημένο μοντέλο, παρότι στηρίζονται στο μοντέλο των Magnusson et al. (1999), διαφοροποιούνται στο γεγονός πως τα συστατικά «ενσωματώνονται» και δεν «μετασηματίζονται», προκειμένου να προκύψει η ΠΓΠ (Σχήμα 16).

Σχήμα 16: Το πενταγωνικό μοντέλο των Park & Chen (2012, p. 925)



Το Μοντέλο της Συνόδου Κορυφής για τη ΠΓΠ (Consensus Model) (Gess-Newsome, 2015· Kind, 2015) ήταν το αποτέλεσμα συνεργασίας 22 ερευνητών της ΠΓΠ από 7 χώρες (Gess-Newsome, 2015, p. 29). Η Σύνοδος έλαβε χώρα το 2012 στις ΗΠΑ. Σύμφωνα με αυτό καθορίζονται 5 τομείς γνώσης των εκπαιδευτικών: 1) Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν και των τρόπων αξιολόγησης, 2) Παιδαγωγική Γνώση, 3) Γνώση Περιεχομένου, 4) Γνώση για τους μαθητές και 5) Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος (Σχήμα 17). Αυτοί οι πέντε τομείς γνώσεων επηρεάζουν και επηρεάζονται από την Επαγγελματική Γνώση για μια συγκεκριμένη διδακτική ενότητα (Topic Specific Professional Knowledge - TSPK). Η TSPK με τη σειρά της έχει ως συστατικά τη Γνώση των Διδακτικών Στρατηγικών και Αναπαραστάσεων του Περιεχομένου, τη Γνώση για τους μαθητές αναφορικά με ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο, την επιστημονική μέθοδο αλλά και ζητήματα που άπτονται της φύσης της επιστήμης, αναφορικά με το συγκεκριμένο περιεχόμενο (Gess-Newsome, 2015).

Ειδικότερα, αυτή η επαγγελματική γνώση φιλτράρεται μέσα από ενισχυτές και φίλτρα (amplifiers and filters) (πεποιθήσεις, απόψεις για τους σκοπούς και στόχους της διδασκαλίας των ΦΕ, προϋπάρχουσες γνώσεις του εκπαιδευτικού και το πλαίσιο). Μετά από αυτό το φιλτράρισμα η επαγγελματική γνώση του εκπαιδευτικού προσαρμόζεται και μετασχηματίζεται στην τάξη οδηγώντας στην ΠΓΠ, η οποία θεωρείται προσωπική γνώση. Πράγματι, η τάξη είναι ο χώρος της ΠΓΠ (Gess-Newsome, 2015). Επιπλέον, η TSPK διαφέρει από την ΠΓΠ στα εξής: η πρώτη είναι στατική και αναγνωρίσιμη, γεννιέται μέσα από έρευνα και μελέτη και συνοψίζει ότι πρέπει να γνωρίζει ένας εκπαιδευτικός για τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου περιεχομένου σε συγκεκριμένους μαθητές. Αντιθέτως, η ΠΓΠ είναι προσωπική γνώση, μπορούμε να την αιχμαλωτίσουμε κατά τον αναστοχασμό του εκπαιδευτικού και κατά τον σχεδιασμό του μαθήματος (Reflection on Action). Επίσης, αναγνωρίζεται πως ότι κάνει ένας εκπαιδευτικός στην τάξη βασίζεται στην ΠΓΠ, στην οποία απαιτείται αναστοχασμός κατά τη δράση (Reflection in Action) και δεν είναι εύκολο να διακριθεί (Gess-Newsome, 2015). Ακολούθως, στο μοντέλο, η ΠΓΠ φιλτράρεται μέσα από ενισχυτές/φίλτρα των μαθητών (πεποιθήσεις μαθητών, προϋπάρχουσες γνώσεις, συμπεριφορά στην τάξη) και αυτό το φιλτράρισμα θα οδηγήσει στα μαθησιακά αποτελέσματα. Φαίνεται, λοιπόν σε αυτό το μοντέλο πως υπάρχει μια θεωρητική ΠΓΠ (την TSPK) και μια ιδιοσυγκρατική προσωπική ΠΓΠ, η οποία εκδηλώνεται κατά την πρακτική στην τάξη (Fernandez, 2014). Τέλος, σύμφωνα με την Kind (2015), συστατικά της ΠΓΠ αυτού του μοντέλου είναι η Γνώση των Διδακτικών Στρατηγικών και Αναπαραστάσεων, η Γνώση για τους μαθητές, οι Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ, και, η Γνώση του Πλαισίου.

Επίσης, πολύ σημαντικό στοιχείο σε αυτό το μοντέλο είναι πως μέχρι τώρα δινόταν έμφαση στην ΠΓΠ ως γνώση. Σε αυτό το μοντέλο δίνεται έμφαση και στη δεξιότητα του εκπαιδευτικού (skill), δηλαδή το τι κάνει ένας εκπαιδευτικός μέσα στην τάξη. Ουσιαστικά, μας εισάγει στην έννοια της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου και Δεξιότητας (Pedagogical Content Knowledge and Skill, PCK & S) του εκπαιδευτικού. Δηλαδή, η ΠΓΠ ορίζεται ως γνώση που χρησιμοποιείται κατά τον σχεδιασμό αλλά και η δεξιότητα να διεκπεραιώνει τη διδασκαλία συγκεκριμένου περιεχομένου σε συγκεκριμένους μαθητές (Gess-Newsome, 2015, p.36) (Σχήμα 17).

Η ΠΓΠ είναι γνώση που αναπτύσσεται στους εκπαιδευτικούς με την εμπειρία και αφορά στην διδασκαλία μιας συγκεκριμένης θεματικής ενότητας (γνώση περιεχομένου) με έναν συγκεκριμένο τρόπο (παιδαγωγική γνώση) προκειμένου να βοηθήσει την μάθηση συγκεκριμένων μαθητών (πλαίσιο).

Μοντέλα ΠΓΠ και επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών

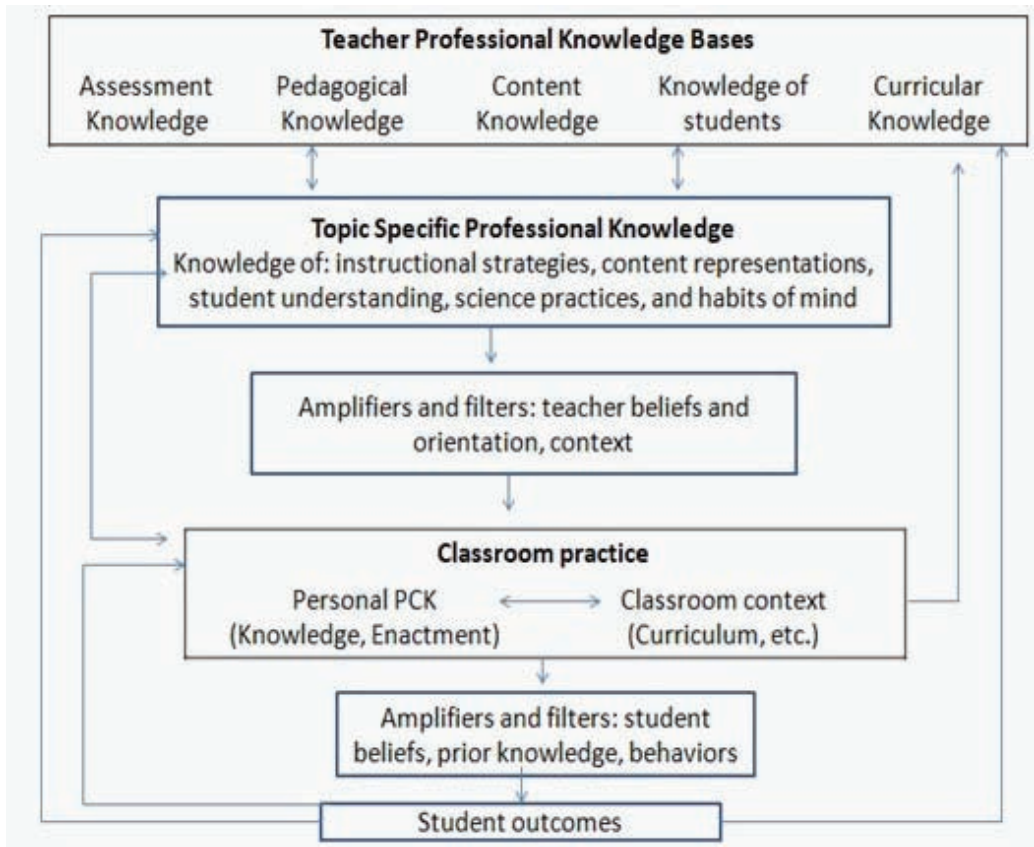
Όλες οι μελέτες που ασχολούνται με τη γνώση για τη διδασκαλία αναπόφευκτα αφορούν την έννοια της ΠΓΠ, η οποία αναπτύσσεται μέσα από μια πορεία ριζωμένη στην πρακτική της τάξης: «Η ΠΓΠ αναπτύσσεται σε έμπειρους εκπαιδευτικούς μέσα από μια κυκλική διαδικασία κατανόησης, κριτικής θεώρησης των ιδεών ή του κειμένου που θα διδαχθεί, μετασχηματισμό του περιεχομένου όπως κατανοείται από τον εκπαιδευτικό, διδασκαλίας και

αξιολόγησης των μαθητευόμενων, αναστοχασμού πάνω στην εμπειρία τους με στόχο μια νέα κατανόηση» (Καριώτογλου, 2006, p. 2).

Ωστόσο, ενώ η ΠΓΠ ορίζεται ως η προσωπική γνώση και οι δεξιότητες του εκπαιδευτικού, οι εκπαιδευτικοί, συνήθως, δεν έχουν επίγνωση για την προσωπική τους ΠΓΠ (Eldar et al., 2012). Επίσης, οι Psillos et al. (2005) αναδεικνύουν πως είναι δύσκολο οι εκπαιδευτικοί να συνδυάσουν παιδαγωγική και περιεχόμενο στις διδασκαλίες τους, όταν εκπαιδεύονται σε προγράμματα, στα οποία η διδασκαλία της παιδαγωγικής είναι ξεκομμένη από τη διδασκαλία του περιεχομένου. Αυτό σημαίνει πως εναπόκειται στους εκπαιδευτικούς η πρόκληση να αναπτύξουν την δική τους ΠΓΠ μέσω της πρακτικής τους, πράγμα το οποίο δεν είναι ξεκάθαρο ότι θα συμβεί φυσιολογικά με την πάροδο του χρόνου (Eldar et al., 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, θεωρούμε ότι στα προγράμματα εκπαίδευσης υποψήφιων και εν ενεργεία εκπαιδευτικών είναι απαραίτητος ο συνδυασμός του διδασκόμενου περιεχομένου (π.χ Οπτική) με την παιδαγωγική που το συνοδεύει (π.χ διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας) μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο (π.χ μαθητές Δημοτικού ή Γυμνασίου) και το όχημα για να συμβεί αυτό είναι η ρητή διδασκαλία της ΠΓΠ για το συγκεκριμένο περιεχόμενο. Συγκεκριμένα, η ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ προτείνεται να περιλαμβάνει τη διδασκαλία των συστατικών της (Abell et al., 2008), και αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενός από τα προαναφερθέντα μοντέλα της ΠΓΠ. Έτσι, με τη ρητή διδασκαλία της ΠΓΠ, ως συνιστώσας των μαθημάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών θα δίνεται η δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να εκφράζουν τη γνώση τους για τα επιμέρους συστατικά της διδασκαλίας τους, όπως είναι η κατανόηση των μαθητών ή οι παιδαγωγικές επιλογές τους, καθώς, επίσης και να αναστοχάζονται πάνω σε αυτά (Loughran, 2013· Nilsson, 2008).

Σχήμα 17: Συναινετικό Μοντέλο ΠΓΠ όπως προέκυψε από την Σύνοδο Κορυφής για την ΠΓΠ (PCK Summit) το 2012 (στο Fernandez, 2014, p. 92)



Κατά την βιβλιογραφική επισκόπηση που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε πως οι προτάσεις της βιβλιογραφίας για την ρητή διδασκαλία με τη βοήθεια ενός μοντέλου της ΠΓΠ στους εκπαιδευτικούς, αφενός ενισχύονται τα τελευταία έτη και αφετέρου φαίνεται ότι είναι ακόμη περιορισμένες.

Για παράδειγμα, οι Mavhunga & Rollnick (2013) εστίασαν στην εισαγωγή της ΠΓΠ που είναι εξειδικευμένη για το φαινόμενο της χημικής ισορροπίας, σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς. Βασίστηκαν στο μοντέλο των Rollnick et al. (2008), διότι θεωρούν πως αυτό εστιάζει περισσότερο στη φύση της ΠΓΠ που είναι εξειδικευμένη για ένα περιεχόμενο. Έκαναν ρητή εισαγωγή κάθε συστατικού της ΠΓΠ για το περιεχόμενο της χημικής ισορροπίας. Θεωρούν ότι η έρευνά τους καταδεικνύει, την ενίσχυση της ΠΓΠ των εκπαιδευτικών για το συγκεκριμένο περιεχόμενο, καθώς και το γεγονός πως η ΠΓΠ συνδέεται άρρηκτα με τον διδακτικό μετασχηματισμό του περιεχομένου.

Οι Otto & Everett (2013) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο ΠΓΠ με τη μορφή διαγράμματος τύπου Venn τριών αλληλοτεμνόμενων κύκλων. Με τη βοήθεια του μοντέλου έκαναν ρητή

εισαγωγή της ΠΓΠ σε υποψήφιους εκπαιδευτικούς αναφορικά με τα περιεχόμενα για τα μέρη των φυτών και τις φάσεις της σελήνης. Επίσης, με βάση το ίδιο μοντέλο οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί σχεδίασαν τη διδασκαλία τους. Θεωρούν πως το μοντέλο αυτό βοηθά τους εκπαιδευτικούς να περιγράψουν περιβάλλοντα διδασκαλίας και μάθησης με όρους ΠΓΠ, δηλαδή αναφορικά με το περιεχόμενο, το πλαίσιο και την παιδαγωγική.

Τέλος, οι Chaitidou et al. (2018), στο πλαίσιο ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, σχεδίασαν Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Psillos & Kariotoglou, 2016) για τη ρητή εισαγωγή της ΠΓΠ με έμφαση στη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση αναφορικά με το περιεχόμενο της Νανοτεχνολογίας-Νανοεπιστήμης, με όχημα το μοντέλο των Otto & Everett (2013). Συμπέραναν πως, μετά το πρόγραμμα, οι εκπαιδευτικοί βελτίωσαν σημαντικά τις απόψεις τους αναφορικά με τη διερευνητική διδασκαλία-μάθηση και ειδικότερα τις απόψεις τους για τα μοντέλα και τη μοντελοποίηση, που αποτελούν σημαντικές όψεις της διερεύνησης.

Συμπεράσματα

Επομένως, με βάση τα παραπάνω, η ΠΓΠ μπορεί να αποτελέσει, πέρα από μια ακαδημαϊκή έννοια στα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, ένα χρήσιμο σώμα γνώσης το οποίο θα αναδείξει την επαγγελματική γνώση των εκπαιδευτικών και θα επηρεάσει την εξέλιξη της πρακτικής τους. Η ρητή διδασκαλία της ΠΓΠ ως συνιστώσας των μαθημάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, ο αναστοχασμός πάνω στα συστατικά της, καθώς, και η παρουσίαση παραδειγμάτων διδασκαλίας, όπως είναι η διδασκαλία διερευνητικού τύπου στην τάξη, φαίνεται να προωθούν την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών.

Επίσης, με βάση την παραπάνω βιβλιογραφική επισκόπηση, στον Πίνακα 5 συγκεντρώνονται τα 21 μοντέλα και τα συστατικά της ΠΓΠ ανά μοντέλο. Για λόγους οικονομίας χώρου αναφέρεται μόνο το πρώτο όνομα της σχετικής δημοσίευσης.

Από τον Πίνακα 5 συμπεραίνουμε πως οι ερευνητές θεωρούν ότι η ΠΓΠ είναι πιο πολύπλοκη από το μοντέλο που πρότεινε ο Shulman (1986· 1987). Επίσης, στα μοντέλα παρουσιάζονται διαφορές ως προς το ποια συστατικά θεωρούν ότι περιλαμβάνονται στην ΠΓΠ καθώς και ως προς την ονομασία αυτών των συστατικών. Ειδικότερα, το πλήθος των αναγνωρισμένων συστατικών στα μοντέλα της ΠΓΠ κυμαίνεται από δύο, για παράδειγμα στο μοντέλο των Sothayapetch et al. (2013), έως και 10, όπως στο μοντέλο των Veal & MaKinster (1999).

Σε κάποια από τα μοντέλα δεν περιγράφονται με λεπτομέρειες τα συστατικά, για παράδειγμα στο μοντέλο Geddis et al. (1993). Επίσης συγκρίνοντας τις περιγραφές των συστατικών στα ποικίλα μοντέλα αναγνωρίστηκαν μερικές διαφοροποιήσεις. Για παράδειγμα, το συστατικό του Πλαισίου (Context) έχει μερικώς διαφορετικό νόημα μεταξύ των προσεγγίσεων των Cohran et al. (1993) και των Veal & MaKinster (1999).

Επίσης, διαπιστώνεται η χρήση μιας ποικιλίας γραφικών αναπαραστάσεων για την απεικόνιση των συστατικών της ΠΓΠ καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους:

- Παραλληλόγραμμα που συνδέονται με βέλη, όπως π.χ. έκανε ο Geddis (1993), οι Magnusson et al. (1999), οι Morine-Dershimer & Kent (1999), οι Lee & Luft (2008), οι Abell et al. (2009) και το Consensus Model, όπως το παρουσιάζει η Gess-Newsome (2015).
- Παραλληλόγραμμα μέσα σε παραλληλόγραμμα, π.χ. το μοντέλο Carlsen (1999) και το μοντέλο των Veal & MaKinster (1999).

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθούμε στο θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων της ΠΓΠ, διότι είναι αποδεκτό πως η έρευνα καθοδηγείται από ένα βασικό σύστημα πεποιθήσεων που στηρίζεται σε οντολογικές, επιστημολογικές και μεθοδολογικές θεωρήσεις των πραγμάτων (Guba & Lincoln, 1994). Οι βιβλιογραφικές προτάσεις της παρούσας εργασίας που περιγράφουν το θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων της ΠΓΠ, αναφέρονται: α) στη δομική προσέγγιση μάθησης (structural) που προτάθηκε από τον Joseph Scandura το 1970, σύμφωνα με την οποία η γνώση αποτελείται από κανόνες που πρέπει να μαθευτούν, και οι διάφορες εκφράσεις της ανθρώπινης ζωής μπορούν να κατανοηθούν βάσει των σχέσεων τους οι οποίες συγκροτούν μια δομή, β) στον εποικοδομητισμό (constructivism) βασική αρχή του οποίου είναι ότι η γνώση δεν μεταφέρεται παθητικά από το περιβάλλον αλλά ότι το άτομο συμμετέχει ενεργητικά στην κατασκευή της, δηλαδή η γνώση οικοδομείται μέσα από ατομικές και κοινωνικές διαδικασίες (Driver et al. 1994). Στο υποθετικό συνεχές ανάμεσα στην ελάχιστη και στην μέγιστη εμπλοκή των κοινωνικών διαδράσεων στην οικοδόμηση της γνώσης, ο ριζοσπαστικός κονστρουκτιβισμός (radical constructivism) τοποθετείται στο ένα και οι κοινωνικός κονστρουκτιβισμός (social constructivism) στο άλλο.

Πίνακας 5: Τα μοντέλα ΠΓΠ ΦΕ και τα συστατικά που αναφέρονται στο καθένα από αυτά (P: το συστατικό υπάρχει στο μοντέλο)

Συγγραφείς / Συστατικά	Γνώση για τους μαθητές	Γνώση Διδακτικών Στρατηγικών	Γνώση Πλαισίου	Γνώση Περιεχομένου	Γνώση Αναλυτικού Προγράμματος	Παιδαγωγική Γνώση	Γνώσεις και απόψεις για τον προσανατολισμό της διδασκαλίας ΦΕ	Γνώση των στοιχείων που πρέπει να αξιολογηθούν και των τρόπων αξιολόγησης	Αυτοαποτελεσματικότητα εκπαιδευτικού
Tamir 1988	P	P			P			P	
Cochran 1993	P		P	P		P			
Geddis 1993	P	P							
Fernandez 1995	P	P	P	P			P		
Carlsen 1999	P	P			P		P		

Gess-Newsome 1999			P	P		P			
Magnusson 1999	P	P			P		P	P	
Dershimer 1999	P		P	P	P	P		P	
Veal 1999	P	P	P	P	P	P	P	P	
Hasweh 2005	P		P	P	P	P	P		
Lee 2008	P	P	P	P	P		P	P	
Rollnick 2008	P		P	P		P			
Park 2008	P	P			P		P	P	P
Abell 2009	P	P			P			P	
Davidowitz 2011	P		P	P		P			
Schneider 2011	P	P			P		P	P	
Park 2012	P	P			P		P	P	
Consensus model 2012	P	P	P				P		

Ειδικότερα, στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι προτάσεις στις οποίες περιγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων της ΠΓΠ. Μια από τις εργασίες που παρουσιάζουν το θεωρητικό τους υπόβαθρο είναι αυτή των Cochran et al. (1993) που περιγράφουν τον εαυτό τους ως κονστрукτιβιστές. Επίσης, ο Carlsen (1999) έχει μια δομική προσέγγιση για την ΠΓΠ (structuralist approach) θεωρώντας πως αυτή φέρνει στο προσκήνιο τις σχέσεις των γνώσεων ενός εκπαιδευτικού. Συγκεκριμένα, η φορά των βελών στο μοντέλο δείχνει μια επιστημολογική ιεραρχία: η ΠΓΠ απαιτεί την ύπαρξη των άλλων γνώσεων και όχι το αντίθετο.

Πίνακας 6: Θεωρητικό υπόβαθρο των μοντέλων της ΠΓΠ

Μοντέλο ΠΓΠ	Θεωρητικό υπόβαθρο
Cochran et al., 1993	Κονστρουκτιβισμός. Οι εκπαιδευτικοί οικοδομούν την ΠΓΠ πάνω στη βάση της κατανόησης των αναγκών των μαθητών τους.
Carlsen, 1999	Δομική προσέγγιση (structural approach). Η ΠΓΠ είναι μια από τις κατηγορίες γνώσης του εκπαιδευτικού και ορίζεται μέσα από τις σχέσεις της με αυτές και, ειδικότερα, με αυτήν της Γενικής Παιδαγωγικής Γνώσης και της Γνώσης Περιεχομένου.
Magnusson et al., 1999	Κονστρουκτιβισμός. Η ασυμβατότητα ανάμεσα στις πεποιθήσεις και γνώσεις του εκπαιδευτικού με τις εποικοδομητικές αντιλήψεις για τη διδασκαλία και μάθηση, περιορίζει την ανάπτυξη της ΠΓΠ.
Veal & MaKinster, 1999	Ταξινόμια. Η ΠΓΠ και τα συστατικά της παρουσιάζονται σε μια ιεραρχική δομή, η οποία στηρίζεται στη Γνώση Περιεχομένου και στη Γνώση των Μαθητών.
Hasweh, 2005	Κονστρουκτιβισμός και Δομή μνήμης εγκεφάλου. Η ΠΓΠ οικοδομείται ως αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης διδασκαλίας και αναστοχασμού. Η ΠΓΠ χτίζεται με την εμπειρία. Ο εκπαιδευτικός που διδάσκει ένα μάθημα δημιουργεί ένα σενάριο που περιγράφει την τυπική ακολουθία γεγονότων στη διδασκαλία αυτού του μαθήματος. Με αυτόν τον τρόπο ξέρει εκ των προτέρων τη γνώση που απαιτείται, τις αναπαραστάσεις που θα χρησιμοποιήσει τις ιδέες των μαθητών, τις δυσκολίες που θα αντιμετωπίσει κ.λπ.
Park & Oliver, 2008 / Park & Chen, 2012	Κοινωνικός κονστρουκτιβισμός. Η ΠΓΠ φαίνεται να μεταβάλλεται συνεχώς και να επανοικοδομείται ως αποτέλεσμα ανάπτυξης και ακόλουθης ενσωμάτωσης των συστατικών της.
Schneider & Plasman, 2011	Προόδους μάθησης (learning progressions). Οι πορείες μάθησης παρέχουν ένα πλαίσιο περιγραφής της τροχιάς ανάπτυξης ενός εκπαιδευτικού από το επίπεδο του αρχάριου σε αυτό του έμπειρου.

Οι Magnusson et al. (1999) στηρίζονται στον κονστρουκτιβισμό και επικεντρώνονται στην ανάπτυξη της ΠΓΠ. Με βάση το επιστημολογικό τους υπόβαθρο για την ΠΓΠ, δηλαδή ότι αυτή είναι το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού άλλων τύπων γνώσης, υποστηρίζουν ότι επειδή οι εκπαιδευτικοί των ΦΕ καλούνται να διδάξουν με έναν τρόπο πολύ διαφορετικό από αυτόν που έχουν διδαχθεί οι ίδιοι, περιορίζεται η ανάπτυξη τους σε θέματα της ΠΓΠ.

Ο Hashweh (2005) στηρίζει το μοντέλο των «Παιδαγωγικών Κατασκευών του Εκπαιδευτικού-TPC's» στη δομή της μνήμης του εγκεφάλου, όπως παρουσιάστηκε από τον Schank (2000). Θεωρεί πως οι Παιδαγωγικές Κατασκευές αποθηκεύονται είτε με τη μορφή σχημάτων είτε με τη μορφή ιστοριών. Ο εκπαιδευτικός έτσι, δημιουργεί ένα σενάριο το οποίο περιγράφει μια τυπική ακολουθία γεγονότων κατά τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου περιεχομένου. Μεταξύ άλλων αναφέρουν πως με αυτόν τον τρόπο ο εκπαιδευτικός γνωρίζει εκ των προτέρων τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών καθώς και τις γνώσεις και ενδιαφέροντά τους γύρω από το διδασκόμενο μάθημα.

Οι Park & Oliver (2008) αναφέρουν ότι στήριξαν την έρευνά τους σε ένα πλαίσιο κοινωνικού κονστρουκτιβισμού. Προϊόν αυτής της έρευνας ήταν το εξαγωγικό μοντέλο της ΠΓΠ που παρουσίασαν. Σύμφωνα με αυτό, η ΠΓΠ φαίνεται να μεταβάλλεται συνεχώς και να επανοικοδομείται ως αποτέλεσμα ανάπτυξης και ακόλουθης ενσωμάτωσης των συστατικών της.

Τέλος, οι Schneider & Plasmann (2011) χρησιμοποιούν τις Προόδους Μάθησης ως πλαίσιο για να εξετάσουν τι έχει αναφερθεί για τη γνώση των εκπαιδευτικών σε διαφορετικά στάδια της επαγγελματικής τους καριέρας (από αρχάριοι σε έμπειροι). Ειδικότερα, τα συστατικά της ΠΓΠ χρησιμοποιούνται ως «νήματα» προκειμένου να ιχνηλατηθεί η ανάπτυξη της γνώσης του εκπαιδευτικού, η οποία διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να περιγραφεί.

Συνοπτικά, από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο αριθμός των μοντέλων που περιγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο είναι σχετικά μικρός (7) από τα οποία τα 4 ακολουθούν τον κονστρουκτιβισμό.

Βιβλιογραφία

Γρηγορίου, Β. & Καλκάνης, Γ.Θ. (2013). Αποτύπωση πτυχών της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου μελλοντικών Εκπαιδευτικών για τις Φυσικές Επιστήμες με τη χρήση ενός Εργαλείου Αναπαράστασης του περιεχομένου. Στο Δ. Βαβουγιός, & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 802-808. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ISBN: 978-618-80580-2-6.

<http://www.enepnet.gr/library/praktika/2013-praktika.pdf>

Τσέου, Ε. (2009). Η έννοια της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου των εκπαιδευτικών της Α/βάθμιας εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες: Μία κριτική ανασκόπηση των σχετικών ερευνών. Στο Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α. και Ζουπίδης, Α. *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των Φυσικών Επιστημών*, 870-877.

http://www.enepnet.gr/index.php?page=proceedings-conference&proceeding_conference_id=7

- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Γράφημα. ISBN 978-960-8909007.
- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416. <https://doi.org/10.1080/09500690802187041>
- Abell, S. K., Rogers, M. A. P., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2009). Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 77-93. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9115-6>
- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of Education Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain. David McKay Company, Inc.
- Bucat, R. (2005). Implications of chemistry education research for teaching practice: Pedagogical content knowledge as a way forward. *Chemistry Education International*, 6(1), 1-2. http://publications.iupac.org/cei/vol6/04_Bucat.pdf
- Carlsen, W. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, 133-144. Springer. <https://doi.org/10.1007/0-306-47217-15>
- Chaitidou, M., Spyrtou, A., Kariotoglou, P., & Dimitriadou, C. (2018). Professional Development in Inquiry-Oriented Pedagogical Content Knowledge among Primary School Teachers. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 25(2), 17-36. <https://doi.org/10.18848/2327-7971/CGP/v25i02/17-36>
- Cochran, K. F., De Ruiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272. <https://doi.org/10.1177%2F0022487193044004004>
- Davidowitz, B., & Rollnick, M. (2011). What lies at the heart of good undergraduate teaching? A case study in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 355-366. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2011/rp/c1rp90042k>
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P., & Mortimer, E. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X023007005>
- Eldar, O., Eylon, B. S., & Ronen, M. (2012). A metacognitive teaching strategy for preservice teachers: Collaborative diagnosis of conceptual understanding in science. In A. Zohar, & D. Yehudit (Eds.), *Metacognition in science education*, 225-250. Springer. ISBN : 978-94-007-2131-9.
- Fernandez, C. (2014). Knowledge base for teaching and pedagogical content knowledge (PCK): some useful models and implications for teachers' training. *Problems of Education in the 21st Century*, 60, 79-100. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=969663>.

- Fernández-Balboa, J. M., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 293-306. [https://doi.org/10.1016/0742-051X\(94\)00030-A](https://doi.org/10.1016/0742-051X(94)00030-A).
- Geddis, A. N. (1993). Transforming subject matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683. <https://doi.org/10.1080/0950069930150605>.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, 3-17. Springer. ISBN: 978-0-306-47217-6. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_1.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*, 38-52. Routledge. ISBN: 9781315735665.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*, 105-117. Sage. ISBN: 0-8039-4679-1.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, 11(3), 273-292. <https://doi.org/10.1080/13450600500105502>.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204. <https://doi.org/10.1080/03057260903142285>.
- Kind, V. (2015). On the beauty of knowing then not knowing. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*, 178-195. Routledge. ISBN: 9781138833005.
- Lee, E., & Luft, J. A. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343-1363. <https://doi.org/10.1080/09500690802187058>
- Loughran, J. (2013). Pedagogy: Making sense of the complex relationship between teaching and learning. *Curriculum Inquiry*, 43(1), 118-141. <https://doi.org/10.1111/curi.12003>.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge*, 95-132. Springer. ISBN: 978-0-306-47217-6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47217-1_4
- Mavhunga, E., & Rollnick, M. (2013). Improving PCK of chemical equilibrium in pre-service teachers. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1-2), 113-125. <https://journals.co.za/doi/abs/10.1080/10288457.2013.828406>.

- Morine-Dershimer, G., & Kent, T. (1999). The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*, 21-50. Dordrecht: Springer.
https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_2.
- National Research Council (NRC, 2007). *Taking science to school. Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Academy Press. ISBN: 978-0-309-10205-6.
<https://doi.org/10.17226/11625>
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281-1299. <https://doi.org/10.1080/09500690802186993>
- Otto, C. A., & Everett, S. A. (2013). An instructional strategy to introduce pedagogical content knowledge using Venn diagrams. *Journal of Science Teacher Education*, 24(2), 391-403. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9272-5>.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>.
- Park, S., & Chen, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
<https://doi.org/10.1002/tea.21022>.
- Psillos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2005). Science teacher education: issues and proposals. In K.Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the quality of science education* (pp. 119-128). Springer. ISBN: 978-1-4020-3672-8
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences. In D. Psillos, & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, 11-34. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2.
- Rollnick, M., Bennett, J., Rhemtula, M., Dharsey, N., & Ndlovu, T. (2008). The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: A case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1365-1387.
<https://doi.org/10.1080/09500690802187025>.
- Scandura, J. M. (1970). Role of rules in behavior: Toward an operational definition of what (rule) is learned. *Psychological Review*, 77(6), 516-533.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0029966>.
- Schank, R. (2000). *Tell me a story: narrative and intelligence*. Northwestern University Press. ISBN: 9780810113138.
- Schneider, R. M., & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development. *Review of Educational Research*, 81(4), 530-565. <https://doi.org/10.3102%2F0034654311423382>.

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X015002004>.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sothayapetch, P., Lavonen, J., & Juuti, K. (2013). A Comparative Analysis of PISA Scientific Literacy Framework in Finnish and Thai Science Curricula. *Science Education International*, 24(1), 78-97. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015827.pdf>
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 99-110. [https://doi.org/10.1016/0742-051X\(88\)90011-X](https://doi.org/10.1016/0742-051X(88)90011-X).
- Veal, W. R., & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4). <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7615>
- Zeidler, D. L. (2002). Dancing with maggots and saints: Visions for subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge in science teacher education reform. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 27-42. <https://doi.org/10.1023/A:1015129825891>.