

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2014)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής



Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών

Ελισάβετ Μαυρουδή, Αργυρούλα Πέτρου, Γεώργιος Φεσάκης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μαυρουδή Ε., Πέτρου Α., & Φεσάκης Γ. (2022). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 111-120. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4379>

Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών

Ελισάβετ Μαυρουδή¹, Αργυρούλα Πέτρου¹, Γεώργιος Φεσάκης²
{elimavroudi,petrou,gfesakis}@rhodes.aegean.gr

¹ Εκπαιδευτικοί Πληροφορικής ΠΕ19 Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

² Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΠΑΕΣ Πανεπιστημίου Αιγαίου

Περίληψη

Το περιεχόμενο του όρου «Υπολογιστική Σκέψη» είναι υπό αποσαφήνιση στην επιστημονική κοινότητα της Διδακτικής της Πληροφορικής και της αξιοποίησης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση. Παρά το γεγονός αυτό, σε σύντομο χρονικό διάστημα από την έναρξη της σχετικής συζήτησης από την Wing (2006), η έννοια έχει επιδράσει στον σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών Πληροφορικής και ΤΠΕ και συγκεντρώνει το ενδιαφέρον διεθνών οργανισμών και παραγόντων της εκπαιδευτικής πολιτικής. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η ιστορική εξέλιξη της έννοιας της Υπολογιστικής Σκέψης, οι διεθνείς πρωτοβουλίες για την προώθησή της στην εκπαιδευτική πρακτική και η επίδρασή της σε επιλεγμένα πρότυπα προγράμματα σπουδών. Σκοπός της εργασίας είναι η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση της ελληνικής εκπαιδευτικής και ερευνητικής κοινότητας για την τροφοδότηση σχετικών συζητήσεων, το σχεδιασμό ερευνών και την αξιοποίηση της διεθνούς εμπειρίας στη βελτίωση της Διδακτικής της Πληροφορικής και τη μεγιστοποίηση του αποτελέσματος από την διδασκαλία της Πληροφορικής και των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική σκέψη, πληροφορική εκπαίδευση, προγράμματα σπουδών

"Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes"

Edsger Dijkstra

Εισαγωγή

Ενώ αποτελεί μάλλον κοινή πεποίθηση ότι η εισαγωγή των Η/Υ στα σχολεία είναι σκόπιμη και αναπόφευκτη, οι προσεγγίσεις για το εγχείρημα αυτό διαφέρουν σημαντικά. Έτσι, πολύ συνοπτικά, έχουμε την εισαγωγή της Πληροφορικής ως ξεχωριστό και αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο με έμφαση στη διδασκαλία του τρόπου λειτουργίας των Η/Υ και του προγραμματισμού, την προσέγγιση του ψηφιακού γραμματισμού στις ΤΠΕ, όπου η έμφαση δίνεται στην εξοικείωση με εφαρμογές λογισμικού και την ανάπτυξη δεξιοτήτων χρήσης των Η/Υ, καθώς και μικτές προσεγγίσεις. Σε μια εποχή αναζήτησης του ρόλου της Πληροφορικής στη γενική εκπαίδευση της χώρας μας και διεθνώς, είναι σημαντικό να ξεκινήσει ένας ουσιαστικός και εκτεταμένος διάλογος για το θέμα (Φεσάκης, 2010). Ιδιαίτερα χρήσιμη στη συζήτηση αυτή είναι η έννοια της υπολογιστικής σκέψης. Το 2006, η Janette Wing με τη δημοσίευση του περίφημου πλέον άρθρου της με τίτλο «Υπολογιστική Σκέψη» (Wing, 2006) διατυπώνει το όραμά της για αναγνώριση της υπολογιστικής σκέψης ως μιας βασικής ικανότητας που θα πρέπει να γίνει κτήμα όλου του εγγράμματου πληθυσμού μέσα από την υποχρεωτική εκπαίδευση, συμπληρώνοντας τις τρεις άλλες βασικές δεξιότητες που είναι η ανάγνωση, η γραφή και τα μαθηματικά. Στην επιτυχία ενός τέτοιου εγχειρήματος, μπορεί να συμβάλει η ευρεία εξάπλωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της Πληροφορικής. Τι είδους δεξιότητες περιγράφει όμως ο συγκεκριμένος όρος; Σε μια πρώτη,

γενική προσέγγιση του όρου θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ουσία της υπολογιστικής σκέψης βρίσκεται στο να μπορεί να σκέφτεται κανείς ως επιστήμονας Πληροφορικής, όταν έρχεται αντιμέτωπος με προβλήματα. Ο παραπάνω ορισμός δεν αναγνωρίζει στους επιστήμονες Πληροφορικής ιδιαίτερα έμφυτα ταλέντα, αλλά μάλλον αναφέρεται σε επίκτητες δεξιότητες που απορρέουν από την εκπαίδευση της συγκεκριμένης κατηγορίας επιστημόνων καθώς και στην εμπειρία που αποκτούν στην επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων με εργαλείο τον υπολογιστή, στο χώρο της δουλειά τους.

Η επιχειρηματολογία της Wing και όσων συντάσσονται με τη θέση της, αναπτύσσεται σε δύο άξονες. Η υπολογιστική σκέψη, από την μία, συνιστά ένα σύνολο δεξιοτήτων, τεχνικών, μεθόδων και στάσεων που επιτρέπουν την προσέγγιση λύσεων σε μία ευρεία γκάμα προβλημάτων. Ιδιαίτερα επισημαίνεται η σημασία της αφαίρεσης και της ανάλυσης στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας των προβλημάτων. Η υπολογιστή σκέψη μάς εξοπλίζει με μεθόδους και μοντέλα που δίνουν τη δυνατότητα σχεδιασμού και επίλυσης πολύπλοκων προβλημάτων που κανείς δε θα μπορούσε να διαχειριστεί διαφορετικά. Μας φέρνει, τέλος, αντιμέτωπους με το γρίφο της νοημοσύνης των μηχανών: τι μπορούν να κάνουν καλύτερα οι άνθρωποι από τις μηχανές και τι οι μηχανές καλύτερα από τους ανθρώπους; Ποια προβλήματα είναι επιλύσιμα από ένα υπολογιστή;

Οι εφαρμογές της Πληροφορικής από την άλλη, έχουν ήδη επηρεάσει τις εξελίξεις σε διάφορα επιστημονικά πεδία, όπως για παράδειγμα είναι η Στατιστική, η Βιολογία, τα Οικονομικά κ.ά. Οι εξελίξεις στον χώρο της Πληροφορικής επιτρέπουν στους επιστήμονες να οραματιστούν νέες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων και να πειραματιστούν με νέες λύσεις, τόσο σε εικονικούς όσο και στον πραγματικό κόσμο. Το έρεισμα λοιπόν εδώ είναι ότι, σε έναν κόσμο όπου η Πληροφορική είναι πανταχού παρούσα, όσοι κατέχουν υπολογιστικές δεξιότητες θα είναι σε θέση να εκμεταλλεύονται τις ευκαιρίες καλύτερα.

Από τότε που η Wing έθεσε το θέμα της «Υπολογιστικής Σκέψης» ως εννοιολογικό σύστημα για την προσέγγιση του ρόλου της Πληροφορικής στη γενική εκπαίδευση, ξεκίνησε ευρύς διάλογος σχετικά με το περιεχόμενο του όρου. Πριν ουσιαστικά τελειώσει η συζήτηση αυτή, εμφανίσθηκαν πρωτοβουλίες για την αξιοποίηση της υπολογιστικής σκέψης στην εκπαίδευση και, προσφάτως, ολοκληρωμένα προγράμματα σπουδών. Στα επόμενα κεφάλαια περιγράφεται η ιστορική εξέλιξη της έννοιας της υπολογιστικής σκέψης, ακολουθεί αναφορά σε διεθνείς πρωτοβουλίες και έργα, στη συνέχεια παρουσιάζονται συγκριτικά ΠΣ Πληροφορικής που έχουν σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη την υπολογιστική σκέψη και, τέλος, παρατίθεται σύνοψη και συζήτηση της εργασίας.

Υπολογιστική σκέψη: σημασία, ιστορική εξέλιξη και διεθνείς πρωτοβουλίες

Ο αρχικός ορισμός της Wing για την υπολογιστική σκέψη έχει ως εξής:

Η Υπολογιστική σκέψη αφορά στην επίλυση προβλημάτων, το σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, χρησιμοποιώντας έννοιες που είναι θεμελιώδους σημασίας για την επιστήμη των υπολογιστών. (Wing, 2006)

Η ιδέα της Wing δεν ήταν καινούρια. Ήδη, από την δεκαετία του '60, ο Alan Perlis έβλεπε τον προγραμματισμό ως ένα βήμα προς την κατανόηση της θεωρίας υπολογισμών, κάτι που θα οδηγούσε τους φοιτητές να αναδιατυπώσουν το τι καταλαβαίνουν σε ένα ευρύ φάσμα μαθημάτων. Πρότεινε, έτσι, τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε όλους τους φοιτητές (Gudzial, 2008). Ο όρος "υπολογιστική σκέψη" (Computational Thinking) χρησιμοποιείται για πρώτη φορά από τον Papert (1996). Ο ίδιος, στη δεκαετία του '80, υποστήριξε πρώτος την ιδέα της ανάπτυξης της αλγοριθμικής σκέψης στα παιδιά, μέσα από τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού LOGO (Papert, 1991). Η Πληροφορική γίνεται για πρώτη φορά

δημοφιλής και, μάλιστα, σε μία εποχή που η σημερινή εξάπλωση και οι δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία φαντάζουν σενάρια επιστημονικής φαντασίας. Ενώ, το 2000 ο Andrea diSessa εισάγει τον ορισμό του υπολογιστικού γραμματισμού (computational literacy), για να περιγράψει πώς οι υπολογιστές μπορούν να αποτελέσουν ισχυρούς καταλύτες για την αλλαγή στην εκπαίδευση και πώς ο καθένας εκτός από καταναλωτής, μπορεί να γίνει και δημιουργός δυναμικών και διαδραστικών μορφών (diSessa, 2000). Αν και διαφορετικοί, οι δύο όροι χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά. (Grover & Pea, 2013)

Το άρθρο της Wing αναζωπύρωσε την ιδέα και πυροδότησε ενέργειες για την υλοποίηση της. Με την υπολογιστική σκέψη να θεωρείται πυρήνας για όλα τα πεδία που εμπίπτουν στο χώρο του STEM: Science-Technology-Engineering-Mathematics (Henderson et al, 2007) φαίνεται ότι η εισόδος της Πληροφορικής στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι μία ιδέα η οποία έχει ωριμάσει και της οποίας η ώρα έχει φτάσει (Grover & Pea, 2013). Από το 2009, το τμήμα Computer and Information Science and Engineering (CISE) του National Science Foundation (NSF) στις ΗΠΑ, αναγνωρίζοντας τη σημασία της υπολογιστικής σκέψης και τον ουσιαστικό ρόλο που αυτή μπορεί να διαδραματίσει στην εκπαίδευση και στην κοινωνία, αποφάσισε η υπολογιστική σκέψη να αποτελεί ένα απαιτούμενο στοιχείο, για όλες τις προτάσεις για χορηγία στο πλαίσιο των προγραμμάτων CISE Pathways to Revitalized Underground Computing Education (CPATH) που κατατίθενται σήμερα.

Οι ενέργειες της Wing για ένταξη της υπολογιστικής σκέψης στη βασική εκπαίδευση, έφεραν την επιστημονική κοινότητα αντιμέτωπη με σοβαρά ερωτήματα. Ερωτήματα που σχετίζονται με το ποιες ακριβώς είναι οι πτυχές της Πληροφορικής που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στην επίλυση προβλημάτων σε όλο το φάσμα των ανθρώπινων ερευνών, καθώς επίσης ποια άτομα έχουν την κατάλληλη κατάρτιση που θα τους επέτρεπε να υποστηρίξουν αποτελεσματικά ένα τέτοιο εγχείρημα (Barr & Stephenson, 2011). Επιπλέον, ο Gudzial (2008) θίγει κατ' αρχήν το θέμα της δυνατότητας κατανόησης στοιχείων της Πληροφορικής από μαθητές που δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία στο αντικείμενο, αλλά και ζητήματα σχετικά με τη χρήση εργαλείων και την οργάνωση/δόμηση των μαθημάτων, ώστε αυτά να γίνουν πιο ελκυστικά και προσιτά σε όλους τους μαθητές. Με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου της μάθησης σε σχέση με τους υπολογιστές και την υπολογιστική σκέψη, και, κατά συνέπεια, την αποτελεσματική απάντηση στα σχετικά ερωτήματα, είναι απαραίτητη η συνδρομή επιστημόνων από διάφορα πεδία, όπως είναι η Επιστήμη Υπολογιστών, τα Παιδαγωγικά, οι Κοινωνικές Επιστήμες και η Ψυχολογία.

Τα παραπάνω ζητήματα στάθηκαν η αφετηρία για τη διεξαγωγή ενός αριθμού workshops από διάφορους φορείς. Με στόχο τη διερεύνηση της «φύσης της υπολογιστικής σκέψης» και του τι αυτή συνεπάγεται στο γνωστικό και στο εκπαιδευτικό πεδίο καθώς και στις παιδαγωγικές πτυχές της υπολογιστικής σκέψης (NRC, 2010), η National Academy of Sciences οργάνωσε ένα πρώτο workshop, το κλείσιμο του οποίου άφησε πολλά ερωτήματα αναπάντητα, με αποτέλεσμα να ακολουθήσει ένα δεύτερο που οδήγησε στην αναθεώρηση του αρχικού ορισμού από την ίδια τη Wing και στη διατύπωση –κατά συνέπεια– ενός δεύτερου ορισμού, σύμφωνα με τον οποίο:

Ο όρος ΥΣ περιλαμβάνει τις διεργασίες σκέψης που σχετίζονται με τη διατύπωση προβλημάτων και λύσεών τους ώστε αυτές να αναπαριστώνται σε μία μορφή που να καθιστά δυνατή την αποτελεσματική υλοποίησή τους από ένα μέσο (agent) επεξεργασίας πληροφοριών. (Wing, 2011).

Παράλληλα, η Computer Science Teachers Association (CSTA) σε συνεργασία με την International Society for Technology Education (ISTE) διοργάνωσαν workshops με στόχο τη δημιουργία ενός «Λειτουργικού ορισμού», την απαρίθμηση δηλαδή, των

κεντρικών εννοιών και δεξιοτήτων που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη, μαζί με παραδείγματα για το πώς αυτά θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε διαφορετικά αντικείμενα. Πρόκειται για δύο οργανισμούς με εκτενή συμμετοχή στη βασική εκπαίδευση και με μεγάλη εμπειρία στην ανάπτυξη προτύπων για τους εκπαιδευτικούς, διδακτικού υλικού, καθώς και προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης για εκπαιδευτικούς, στις ΗΠΑ. Μία συνοπτική περιγραφή των αποτελεσμάτων αυτής της προσπάθειας ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης μπορεί να αναζητήσει στους Barr & Stephenson (2011), ενώ τα βασικά σημεία του λειτουργικού ορισμού όπως περιγράφονται στη συλλογή -σχετικών με την υπολογιστική σκέψη- πόρων για τους εκπαιδευτικούς (ISTE & CSTA, 2011) εμφανίζονται στην αριστερή στήλη του Πίνακα 1.

Μία πολύτιμη και ενδιαφέρουσα άποψη έρχεται επίσης από το μάθημα CS Principles, που, όπως θα περιγραφεί σε επόμενη ενότητα, σχεδιάζεται από το College Board και το NSF. Εστιάζει στις πρακτικές της υπολογιστικής σκέψης και βασίζεται στις επτά «μεγάλες ιδέες» της Πληροφορικής, όπως αυτές περιγράφονται στην δεξιά στήλη του Πίνακα 1 (The College Board, 2010).

Πίνακας 1. Συναρτώσεις της υπολογιστικής σκέψης σε δύο αναλυτικούς ορισμούς

Λειτουργικός Ορισμός CSTA & ISTE	AP CS: Οι 7 μεγάλες ιδέες College Board and NSF
<p>Η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει (αλλά δεν περιορίζεται σε αυτά), τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μορφοποίηση των προβλημάτων με τρόπο ώστε να είναι δυνατή η επίλυση τους από Η/Υ ή άλλα εργαλεία • Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων • Αναπαράσταση δεδομένων μέσω αφαιρέσεων, όπως είναι τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις. • Αυτοματοποίηση λύσεων μέσω αλγοριθμικού τρόπου σκέψης • Αναγνώριση, ανάλυση και υλοποίηση πιθανών λύσεων με στόχο την επίτευξη των πιο αποτελεσματικών και αποδοτικών συνδυασμών βημάτων και πόρων • Γενίκευση και μεταφορά αυτής της διαδικασίας επίλυσης προβλήματος σε μια ευρεία γκάμα προβλημάτων 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η Πληροφορική είναι μια δημιουργική ανθρώπινη δραστηριότητα που γεννά την καινοτομία και προωθεί την εξερεύνηση. 2. Η αφαίρεση μειώνει πληροφορίες και λεπτομέρειες για να επικεντρωθεί σε έννοιες σχετικές με την κατανόηση και την επίλυση προβλημάτων. 3. Δεδομένα και πληροφορίες διευκολύνουν τη δημιουργία γνώσης. 4. Οι αλγόριθμοι είναι εργαλεία για την ανάπτυξη και την έκφραση λύσεων σε υπολογιστικά προβλήματα 5. Ο προγραμματισμός είναι μια δημιουργική διαδικασία που παράγει υπολ. αντικείμενα. 6. Ψηφιακές συσκευές, συστήματα και τα δίκτυα που τα διασυνδέουν, επιτρέπουν και προωθούν υπολ. προσεγγίσεις για την επίλυση των προβλημάτων. 7. Η Πληροφορική επιτρέπει την καινοτομία σε άλλους τομείς, συμπεριλαμβανομένων της επιστήμης, των Κοινωνικών Επιστημών, Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τεχνών, της Ιατρικής, της Μηχανικής, και των επιχειρήσεων.

Από το Ηνωμένο Βασίλειο και την εθνική ακαδημία επιστημών, Royal Society, τέλος, έρχεται ο ακόλουθος ορισμός:

Υπολογιστική σκέψη είναι η διαδικασία αναγνώρισης των υπολογιστικών πτυχών στον κόσμο που μας περιβάλλει και η εφαρμογή εργαλείων και τεχνικών από την Επιστήμη Υπολογιστών για την κατανόηση και την αιτιολόγηση τόσο των φυσικών όσο και των τεχνητών συστημάτων και διεργασιών. (Royal Society, 2012)

Από μία συγκριτική μελέτη των ορισμών, ειδικά των δύο αναλυτικά διατυπωμένων του Πίνακα 1, αναδύεται η έμφαση στη δημιουργική επίλυση προβλημάτων, στη χρήση της αφαίρεσης για μετασχηματισμό ενός προβλήματος, στην αναπαράσταση και στην οργάνωση των δεδομένων, στην αλγοριθμική προσέγγιση στην επίλυση προβλημάτων, τη γενίκευση και την αξιοποίηση της υπολογιστικής σκέψης σε μία γκάμα προβλημάτων και σε άλλους τομείς.

Η ενασχόληση της εκπαιδευτικής και επιστημονικής κοινότητας με την κατανόηση και την προώθηση της έννοιας της υπολογιστικής σκέψης οδήγησε σε σχετικά μεγάλης κλίμακας έργα από διάφορους επιστημονικούς, επαγγελματικούς και επιχειρηματικούς φορείς. Αξιοσημείωτες τέτοιες πρωτοβουλίες αποτελούν: το Κέντρο Υπολογιστικής Σκέψης του Carnegie Mellon (Center of Computational Thinking, Carnegie Mellon), το αντίστοιχο κέντρο του CSTA (CSTA Computational Thinking Task Force), το κέντρο για τη Διερεύνηση της Υπολογιστικής Σκέψης της Google (Google - Exploring Computational Thinking) και τέλος, ο δικτυακός τόπος του έργου Computer Science Unplugged. Το τελευταίο ξεκίνησε από το Πανεπιστήμιο του Canterbury στη Νέα Ζηλανδία, με στόχο να φέρει του μαθητές σε επαφή με ιδέες από την Επιστήμη Υπολογιστών, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση υπολογιστών. Πρόσφατα έχει τύχει ευρείας αναγνώρισης, ειδικά από τη στιγμή που εμφανίστηκε ως πρόταση στο ACM K-12 curriculum (A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee).

Στην προσπάθεια να μετουσιωθεί η ιδέα της υπολογιστικής σκέψης σε εκπαιδευτική πρακτική, ουσιαστική είναι η ανάπτυξη προγραμμάτων σπουδών που τη λαμβάνουν υπόψη.

Υπολογιστική σκέψη και προγράμματα σπουδών

Όπως διαφαίνεται λοιπόν από τη συζήτηση γύρω από την υπολογιστική σκέψη, ενώ ο οποιοσδήποτε μπορεί με κατάλληλη εκπαίδευση να χρησιμοποιήσει μια εφαρμογή στο πλαίσιο της δουλειάς του ή και για λόγους ψυχαγωγίας, τις μεταφορές και τους τρόπους σκέψης της Πληροφορικής πρέπει να τους διδαχθεί κανείς ρητά. (Gudzial, 2008). Για μία συστημική και βιώσιμη ένταξη της υπολογιστικής σκέψης στην τυπική εκπαίδευση απαιτούνται πόροι, αφενός για να πειστούν οι φορείς χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής, αφετέρου για να μπορέσουν οι εκπαιδευτικοί να εντάξουν την υπολογιστική σκέψη στη σφαίρα των γνώσεων τους κατ' αρχήν και στην τάξη τους, στη συνέχεια (Berr & Stephenson, 2011).

Στο πλαίσιο της παρούσης εργασίας ενδιαφέρει η είσοδος της υπολογιστικής σκέψης μέσα από το μάθημα της Πληροφορικής. Για το λόγο αυτό, γίνεται σύντομη παρουσίαση δύο προγραμμάτων σπουδών που έχουν δομηθεί με σαφή στόχο την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης. Το πρώτο έρχεται από τις ΗΠΑ και βρίσκεται σε πιλοτική φάση, ενώ το δεύτερο από το Ηνωμένο Βασίλειο, όπου από το Σεπτέμβριο του 2013 το εν λόγω πρόγραμμα σπουδών τίθεται επισήμως σε εφαρμογή.

Exploring Computer Science: Ένα πρόγραμμα σπουδών για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση που διερευνά το τι είναι και το τι μπορεί να κάνει η Επιστήμη Υπολογιστών

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αναπτύσσεται στο πλαίσιο ενός ευρύτερου έργου που χρηματοδοτείται από το NSF, έχει τίτλο “CS 10K” (<http://cs10kcommunity.org/>) και στόχο να οικοδομηθεί η βάση, ώστε ελκυστικά μαθήματα Πληροφορικής να διδάσκονται σε 10000 σχολεία από 10000 καλά προετοιμασμένους εκπαιδευτικούς. Το έργο περιλαμβάνει δύο παράλληλα υπό-έργα: (i) την ανάπτυξη του CS Principles ως ενός Advanced Placement course του College Board. Πρόκειται για ένα κολεγιακού επιπέδου μάθημα, το οποίο μπορούν να παρακολουθήσουν και να εξεταστούν σε αυτό μαθητές Λυκείου, ώστε να αποκτήσουν κάποιο πλεονέκτημα για τις σπουδές τους και (ii) την ανάπτυξη του Exploring Computer Science (ECS), που αποτελεί μία συνεργασία δευτεροβάθμιας-τριτοβάθμιας, προσανατολισμένη στον εκδημοκρατισμό της Επιστήμης Υπολογιστών. Και τα δύο μαθήματα έχουν σχεδιαστεί με στόχο να διδάξουν τις βασικές έννοιες της Πληροφορικής, μαζί με τον προγραμματισμό και να εμπνεύσουν τα παιδιά σχετικά με το δημιουργικό δυναμικό της Επιστήμης Υπολογιστών, με απώτερο στόχο το μετασχηματισμό της κοινωνίας.

Για τις ανάγκες του ECS έχει αναπτυχθεί ένα πλήρες πρόγραμμα σπουδών, το οποίο είναι αναρτημένο στο δικτυακό τόπο του μαθήματος (<http://www.exploringcs.org/curriculum>). Σε αυτό περιγράφονται το θεωρητικό υπόβαθρο και η φιλοσοφία του προγράμματος σπουδών, καθώς και οι αξίες και οι υπολογιστικές πρακτικές γύρω από τα οποία αναπτύσσεται το πρόγραμμα σπουδών. Περιλαμβάνει δε ένα ικανοποιητικό αριθμό πλήρως διατυπωμένων σχεδίων μαθημάτων, διαρθρωμένων σε έξι διδακτικές ενότητες. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι τρεις αξίες που είναι:

- Η δημιουργική φύση της Πληροφορικής
- Η τεχνολογία ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων
- Η σημασία της Πληροφορικής και οι επιπτώσεις της στην κοινωνία

και οι έξι θεματικές ενότητες στις οποίες χωρίζεται το πρόγραμμα σπουδών, με τον προτεινόμενο χρόνο υλοποίησής τους μέσα σε παρένθεση:

1. Αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (4 εβδομάδες)
2. Επίλυση προβλήματος (4 εβδομάδες)
3. Σχεδιασμός δικτυακών τόπων (5 εβδομάδες)
4. Εισαγωγή στον προγραμματισμό (6 εβδομάδες)
5. Πληροφορική και ανάλυση δεδομένων (6 εβδομάδες)
6. Ρομποτική (7 εβδομάδες)

Η φιλοσοφία του συγκεκριμένου προγράμματος σπουδών, όπως περιγράφεται στο ίδιο, στην ενότητα με τίτλο “Curricular Approach”, είναι να διδάξει τη δημιουργική, συνεργατική, διεπιστημονική και σχετική με την επίλυση προβλημάτων φύση της Πληροφορικής, με εκπαιδευτικά υλικά που βασίζονται στη διερευνητική μάθηση. Μέσα από την ενασχόλησή τους με το μάθημα, οι μαθητές αναμένεται να εντρυφήσουν σε αρκετά έργα που θα αναδείξουν τις πραγματικές εφαρμογές της Πληροφορικής. Αξίζει να σημειωθεί ότι, ενώ το συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών ξεκίνησε από το Λος Άντζελες (Los Angeles Unified School District – LAUSD), πολλά σχολεία από άλλες περιοχές έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον να το υιοθετήσουν, ενώ η τρέχουσα έκδοσή του μπορεί να προσαρμοστεί τόσο σε επίπεδο πολιτείας όσο και σε εθνικό επίπεδο και να αποτελέσει ένα αυτοτελές αντικείμενο ή συμπληρωματικό διδακτικό υλικό. Τέλος, όπως και το έργο Computer Science Unplugged, το κόστος υλοποίησης του συγκεκριμένου προγράμματος –εκτός από την αγορά των

ρομπότ- είναι χαμηλό, γεγονός που το καθιστά μια ελκυστική λύση για τις περιφέρειες που αγωνίζονται για τη δυνατότητα παροχής πρόσβασης με λιγοστούς πόρους.

Computing: A curriculum for schools

Πρόκειται για ένα πρόγραμμα σπουδών που αναπτύχθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο από την ομάδα εργασίας Computing at School (CAS), η οποία γεννήθηκε –όπως αναφέρεται στον σχετικό δικτυακό τόπο- από τον ενθουσιασμό των μελών της για το αντικείμενο της Πληροφορικής, σε συνδυασμό με τη σοβαρή ανησυχία τους για την απομάκρυνση πολλών μαθητών από την Πληροφορική εξαιτίας ενός αριθμού παραγόντων που έχουν συνωμοτήσει ώστε να κάνουν το συγκεκριμένο αντικείμενο να φαίνεται βαρετό και πεζό. Στόχος της ομάδας είναι να επιστρέψει στο σχολείο ο ενθουσιασμός γύρω από την Πληροφορική.

Παράλληλα, η ομάδα CAS έχει δημιουργήσει και προσπαθεί να διευρύνει το δίκτυο με την επωνυμία Network of Teaching Excellence in Computer Science. Όπως και στην περίπτωση του CS 10K, βασικό σκοπό του δικτύου αποτελεί η προετοιμασία 600 κατάλληλα καταρτισμένων εκπαιδευτικών καθώς και η προετοιμασία ενός ολοκληρωμένου συνόλου πόρων ανά τάξη, για όλες τις τάξεις της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το πρόγραμμα σπουδών του CAS μπορεί να το αναζητήσει κανείς στον δικτυακό τόπο της ομάδας (<http://www.computingsatschool.org.uk/>) μαζί και τις οδηγίες από το Υπουργείο Παιδείας σχετικά με την εισαγωγή του μαθήματος στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση από το Σεπτέμβριο του 2013. Στο πρώτο μέρος του προγράμματος σπουδών, γίνεται η οριοθέτηση της Πληροφορικής ως επιστημονικού πεδίου, στοιχειοθετείται η συμπεριληψη της στο πεδίο του STEM, ενώ επισημαίνεται η συμπληρωματική της σχέση με αυτό που αποκαλείται Τεχνολογίες της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Οι βασικές έννοιες γύρω από τις οποίες δομείται το πρόγραμμα σπουδών είναι πέντε, ονομαστικά:

1. Γλώσσες, μηχανές και υπολογιστικές διαδικασίες
2. Αναπαράσταση δεδομένων
3. Επικοινωνία και συντονισμός
4. Αφαίρεση και σχεδιασμός
5. Οι υπολογιστές μέρος ενός ευρύτερου πλαισίου

Σε επίπεδο του τι θα πρέπει να μπορούν οι μαθητές να κάνουν, επιδιώκεται η κατάκτηση δεξιοτήτων αφαίρεσης (μοντελοποίησης, ανάλυσης και γενίκευσης) και προγραμματισμού.

Ένα μειονέκτημα του συγκεκριμένου προγράμματος σπουδών είναι ότι, προς το παρόν τουλάχιστον, δεν περιλαμβάνει ενδεικτικά σχέδια μαθήματος ανά ενότητα, καθώς το υποστηρικτικό υλικό είναι υπό κατασκευή. Πρόσφατα δημοσιεύτηκε ένας οδηγός για τον εκπαιδευτικό, για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ για τον ίδιο λόγο, την παραγωγή υλικού δηλαδή για την υποστήριξη του προγράμματος σπουδών, έχει κατασκευαστεί ένα wiki, σε συνεργασία με τη National Association of Advisors for Computers in Education – NAACE (<http://naacecasjointguidance.wikispaces.com/>). Προτείνονται επίσης για αξιοποίηση δραστηριότητες από το έργο του Computer Science Unplugged καθώς και από το δικτυακό τόπο του έργου Digital Schoolhouse.

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η άποψη σχετικά με το ρόλο που μπορεί και πρέπει να διαδραματίσει η Πληροφορική στη σύγχρονη εκπαίδευση, όπως διατυπώνεται στην εισαγωγή των οδηγιών του υπουργείου παιδείας του Ηνωμένου Βασιλείου, για τη διδασκαλία της Πληροφορικής. Υποστηρίζεται, λοιπόν, ότι μία υψηλής ποιότητας πληροφορική εκπαίδευση εξοπλίζει τους μαθητές με τα εργαλεία της υπολογιστικής σκέψης και της δημιουργικότητας, ώστε να μπορέσουν να κατανοήσουν και να αλλάξουν τον κόσμο. Η Πληροφορική έχει βαθιές συνδέσεις με τα μαθηματικά, την επιστήμη, το

σχεδιασμό και την τεχνολογία και παρέχει γνώσεις σχετικές τόσο με τα φυσικά όσο και τα τεχνητά συστήματα. Οι μαθητές αποκτούν τη δυνατότητα χρήσης της τεχνολογίας και των πληροφοριών για τη δημιουργία προγραμμάτων, συστημάτων και διαφόρων ειδών περιεχομένου. Η Πληροφορική τέλος, διασφαλίζει ότι οι μαθητές γίνονται ψηφιακά εγγράμματοι - είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών, να εκφράζονται μέσα από αυτή και να αναπτύξουν τις ιδέες τους, ως ενεργοί συμμετέχοντες σε έναν ψηφιακό κόσμο.

Κοινό τόπο και στα δύο προγράμματα σπουδών αποτελεί η σύνδεση της καλλιέργειας της υπολογιστικής σκέψης με τη δημιουργικότητα, καθώς και με τη δυνατότητα όσων κατέχουν το συγκεκριμένο σύνολο δεξιοτήτων, να διαμορφώσουν το αύριο, ως ενεργοί πολίτες. Τονίζεται επιπλέον ότι, μέσα από αυτή την προοπτική, η κατάρτιση των μαθητών σε εφήμερες τεχνολογικές δεξιότητες, δεν έχει αξία.

Η υπολογιστική σκέψη στο ελληνικό πρόγραμμα σπουδών Πληροφορικής

Όσον αφορά στο νέο ελληνικό πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο, που δόθηκε στη δημοσιότητα το 2011 και είναι διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο του Ψηφιακού Σχολείου, στην ενότητα «Προγράμματα Σπουδών» (<http://ebooks.edu.gr/2013/newps.php>), ο όρος υπολογιστική σκέψη δεν εμφανίζεται ρητά στο σχεδιασμό του. Αντίθετα, αναφέρεται η έννοια του πληροφορικού γραμματισμού ως κεντρικός στόχος του προγράμματος σπουδών. Το προτεινόμενο πλαίσιο ένταξης του στη βασική εκπαίδευση διαρθρώνεται σε τέσσερις αλληλοεξαρτώμενες -όπως χαρακτηρίζονται στο σχετικό κείμενο- συνιστώσες, που περιγράφονται ως εξής:

- Οι ΤΠΕ ως επιστημονικό πεδίο και τεχνολογικό εργαλείο
- Οι ΤΠΕ ως μαθησιακό-γνωστικό εργαλείο (cognitive tool)
- Οι ΤΠΕ ως μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων
- Οι ΤΠΕ ως κοινωνικό φαινόμενο

Ενώ, ως άξονες γύρω από τους οποίους διαρθρώνονται οι μαθησιακοί στόχοι αναφέρονται οι ακόλουθοι:

- Χειρίζομαι και δημιουργώ με τα εργαλεία των ΤΠΕ
- Αναζητώ πληροφορίες, επικοινωνώ και συνεργάζομαι με ΤΠΕ
- Διερευνώ, ανακαλύπτω και λύνω προβλήματα με ΤΠΕ
- Οι ΤΠΕ ως κοινωνικό φαινόμενο

Η χρήση του όρου ΤΠΕ είναι εκτεταμένη στο πρόγραμμα σπουδών αλλά η σπειροειδής διάταξη του προγραμματισμού Η/Υ, ακόμα και της εκπαιδευτικής ρομποτικής ενισχύει την άποψη ότι το ΠΣ γεφυρώνει την εξοικείωση με τις ΤΠΕ και τη διδασκαλία της Πληροφορικής. Στους επιμέρους στόχους του προγράμματος σπουδών αναφέρονται η οικοδόμηση διαχρονικών γνώσεων που αφορούν σε έννοιες, αντικείμενα και διαδικασίες, η καλλιέργεια δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα (επεξεργασία, μοντελοποίηση, σχεδιασμός και υλοποίηση αλγορίθμων, προγραμματισμός Η/Υ, δημιουργικότητα και καινοτομία) καθώς και ανώτερων δεξιοτήτων (αναλυτική σκέψη, συνθετική ικανότητα, ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας) και τέλος η διαμόρφωση στάσεων και αξιών. Θα μπορούσε λοιπόν να ισχυριστεί κανείς ότι, το νέο ελληνικό πρόγραμμα σπουδών Πληροφορικής καλύπτει σε μεγάλη έκταση την έννοια της υπολογιστικής σκέψης, αφού επιπλέον οι μαθητές αξιολογούνται στη χρήση ποικίλων εργαλείων ΤΠΕ με στόχο τη δημιουργία ολοκληρωμένων ψηφιακών έργων και την επίλυση προβλημάτων.

Παρ' όλα αυτά, μία πιο προσεκτική παρατήρηση των βασικών θεμάτων, που τα τρία διαφορετικά προγράμματα πραγματεύονται, αναδεικνύει το μεγαλύτερο βάρος που δίνεται στο ελληνικό πρόγραμμα σπουδών στις ΤΠΕ σε σχέση με τις έννοιες της επιστήμης της

Πληροφορικής, όπου τα δύο άλλα προγράμματα σπουδών που παρουσιάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσης εργασίας εμβαθύνουν σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό. Ενδεικτικά, το πρόγραμμα σπουδών του CAS αναφέρεται σε έννοιες όπως είναι η ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων, οι κλασικοί αλγόριθμοι αναζήτησης και ταξινόμησης, η γλώσσα SQL, η μεταγωγή και δρομολόγηση πακέτων κ.ά. Θα πρέπει να σημειωθεί, βέβαια, ότι ο πληθυσμός-στόχος του ελληνικού προγράμματος σπουδών της Πληροφορικής περιορίζεται σε μαθητές Γυμνασίου και ίσως κάποια αντικείμενα να αποκλείστηκαν, ως αναπτυξιακά μη κατάλληλα.

Συμπεράσματα

Η έννοια της υπολογιστικής σκέψης πυροδότησε διεθνώς συζητήσεις για τον ρόλο της Πληροφορικής στη γενική εκπαίδευση. Η ανάπτυξη της ικανότητας της υπολογιστικής σκέψης θεωρείται κλειδί για την αξιοποίηση των υπολογιστικών πόρων από τους πολίτες στη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την καινοτομία. Επιπλέον, η υπολογιστική σκέψη θεωρείται σημαντική για την προσέγγιση οποιουδήποτε άλλου επιστημονικού και τεχνολογικού αντικειμένου δεδομένης της επίδρασης της πληροφορικής στην επιστημολογία και τη μεθοδολογία των γνωστικών αντικειμένων. Η υπολογιστική σκέψη έγινε το εννοιολογικό όχημα με το οποίο η Πληροφορική θα αποκτήσει τον πραγματικό της ρόλο στην εκπαίδευση. Πριν ακόμα ολοκληρωθεί ουσιαστικά η συζήτηση για το περιεχόμενο της έννοιας της υπολογιστικής σκέψης έχουμε σημαντικές προσπάθειες και πρωτοβουλίες για να μετουσιωθεί σε εκπαιδευτική πράξη από διεθνείς επιστημονικούς και διοικητικούς φορείς. Αποκορύφωμα των προσπαθειών αυτών αποτελούν τα υποδείγματα προγραμμάτων σπουδών Πληροφορικής που σχεδιάστηκαν έχοντας υπόψη την προσέγγιση της Υπολογιστικής Σκέψης. Το νέο ΠΣ Πληροφορικής της χώρας μας που εφαρμόζεται πιλοτικά, αν και δεν αναφέρει ρητά την υπολογιστική σκέψη ως παράγοντα στο σχεδιασμό του, καλόπαι σε μεγάλη έκταση τις συνιστώσες της έννοιας. Γεγονός ενθαρρυντικό για το μέλλον της Πληροφορικής στην εκπαίδευση στη χώρα μας. Διαπιστώνουμε όμως ότι στην βαθμίδα του Λυκείου δεν υπάρχει κάποιο ΠΣ που να εισάγει συστηματικά την ΥΣ. Επίσης υπάρχουν θέματα που χρειάζονται έρευνα από πλευράς ΔτΠ όπως οι δυσκολίες των μαθητών, οι παρανοήσεις, η διερεύνηση εννοιολογικών προσεγγίσεων, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών κ.ά., ώστε να μπορέσει να εισαχθεί συστηματικά η έννοια της υπολογιστικής σκέψης σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Στη χώρα μας, παρά τις πρώτες ομορφές προσπάθειες (Φεσάκης, 2010; Κοτινή & Τζελέπη, 2012), δεν έχει δοθεί ακόμα η απαραίτητη σημασία στη δυναμική της υπολογιστικής σκέψης. Η ελληνική εκπαιδευτική και ερευνητική κοινότητα της ΔτΠ καλείται πλέον να περάσει από την παρατήρηση των τεκταινόμενων στη διεθνή σκηνή σχετικά με την πληροφορική παιδεία, στην ενεργό δράση και τη συμμετοχή στη διαμόρφωση των εξελίξεων.

Αναφορές

- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I. & Grimley, Mick (2009) Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13 (1), 20-29. Retrieved at <http://csunplugged.org/sites/default/files/papers/Unplugged-IACIT2009submit.pdf>
- Berr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2, 48-54.
- Center of Computational Thinking, Carnegie Mellon. <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/>
- CISE *Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education* (CPATH). http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=500025

- CSTA, *A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee*. Retrieved from <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/K-12ModelCurr2ndEd.pdf>
- diSessa, A.A. (2000). *Changing minds: Computers, learning and literacy*. Cambridge: MIT Press
- Grover, S. & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, (42), 38-43
- Gudzial, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25-27.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '07)*, (pp. 195-196). New York, NY: ACM Press.
- ISTE & CSTA. (2011). *Computational Thinking: Teacher Resources*. Second Edition. Retrieved from http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2
- National Research Council. (2010). *Committee for the Workshops on Computational Thinking: Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: National Academies Press.
- Papert, S. (1991). *Νοητικές θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*. Μετάφραση Αίγλη Σταματίου. Αθήνα : Οδυσσέας
- Papert S., 1996. An Exploration in the Space of Mathematics Educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123. Retrieved from <http://www.papert.org/articles/AnExplorationintheSpaceofMathematicsEducations.html>
- Royal Society. (2012). *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Retrieved from http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf
- The College Board. (2010). *AP Computer Science Principles. Claims and Evidence Statements*. Retrieved from http://www.collegeboard.com/prod_downloads/computerscience/4_2010_AP_CS_Principles_Claims_Evidence_0929.pdf
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking –What and why? *The Link Magazine*, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>
- Κοτίνη Ι. και Τζελέπη Σ. (2012). Η Συμβολή της Υπολογιστικής Σκέψης στην Προετοιμασία του Αιγυπτιακού Πολίτη. *Proceedings of the 4th Conference on Informatics in Education* (σ. 221 – 228). Πειραιάς.
- Φεοάκης, Γ. (2010). Εφαρμογή του Scratch στην διδασκαλία της Πληροφορικής: Εννοιολογικό πλαίσιο. Παρουσίαση στο Scratch day στη Ρόδο, 22 Μαΐου 2010. Ανακτήθηκε από τη διεύθυνση <http://www.ltee.gr/uploads/scratchday/fesakis.pdf>