

Η σημασία της ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση και ο διαγωνισμός Κάστορας (Bebras-GR) ως πρωτοβουλία προώθησης της ΥΣ στην Ελλάδα

Γιώργος Φεσάκης¹, Σταυρούλα Πραντσούδη², Βασίλης Κόμης³,

Σίσσυ Παπανικολάου⁴, Αγγελική Δημητρακοπούλου⁵

^{1,2,5}: Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

³: Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

⁴: Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης

{gfesakis¹, stapran², adimitr⁵}@aegean.gr, ³: komis@upatras.gr, ⁴: krapanikolaou@aspete.gr

1. Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΚΑΙ Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έκανε πρόσφατα δυναμική επανεμφάνιση στο προσκήνιο, ωστόσο η έννοια δεν είναι νέα και η ιστορία της στην επιστήμη της Πληροφορικής είναι μακρά. Γνωστή από τις δεκαετίες του 1950 και 1960 ως «αλγοριθμική σκέψη», μπορούμε να ισχυριστούμε ότι αποτελεί έναν προσανατολισμό σκέψης με βάση τον οποίο τα προβλήματα διατυπώνονται ως μετατροπές εισόδων σε εξόδους και αναζητούνται αλγόριθμοι για την υλοποίηση των μετατροπών αυτών (Denning, 2009). Η σύγχρονη προσέγγιση της ΥΣ αναγνωρίζει ότι αυτή αφορά περισσότερο μια νοοτροπία (mindset), παρά έναν διακριτό τρόπο συλλογισμού με όρους γνωστικής επιστήμης (όπως π.χ. η λογική σκέψη, η χωρική σκέψη, η δημιουργική σκέψη κ.ά.) και αποτελεί μια μέθοδο εργασίας απαραίτητη στις Υπολογιστικές Επιστήμες (Computing Science). Σήμερα, η επιστημονική κοινότητα αναγνωρίζει ότι η ΥΣ είναι «μια πολυδιάστατη έννοια που περιλαμβάνει, ως επιμέρους συνιστώσες, σημαντικές έννοιες, μεθόδους και πρακτικές που αξιοποιούν οι επιστήμονες της Πληροφορικής για να επιλύσουν υπολογιστικά προβλήματα που προκύπτουν σε διάφορα επιστημονικά πεδία ή στην καθημερινή ζωή» (Fessakis et al. 2018; Denning & Martell, 2015). Η προσέγγιση αυτή φανερώνει και την αλληλεπίδραση της ΥΣ με την Υπολογιστική Επιστήμη.

Εξίσου μακρά είναι και η ιστορία της Υπολογιστικής Επιστήμης. Πίσω στο 1982, το Νόμπελ Φυσικής απονεμήθηκε στον Ken Wilson για τη συμβολή του στη δημιουργία υπολογιστικών μοντέλων που προσομοίωναν την αλλαγή φάσης των υλικών (<https://www.nobelprize.org>). Ο Wilson συνεργάστηκε με επιστήμονες άλλων πεδίων και ανέδειξε την Υπολογιστική ως βασικό πυλώνα της επιστήμης, μαζί με τη θεωρία και το πείραμα, προωθώντας την προσομοίωση (simulation) και την υπολογιστική (computing) ως τρόπους παραγωγής επιστήμης που δεν ήταν προηγουμένως διαθέσιμοι (Kadanoff, 2013). Νωρίτερα, το 1969, η Margaret Hamilton, ως επικεφαλής του Τμήματος Μηχανικής Λογισμικού του Εργαστηρίου Οργάνων του MIT, συνέβαλε στην ιστορία της ανθρωπότητας δημιουργώντας κώδικα που χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή του ανθρώπου στο φεγγάρι. Η Hamilton και η ομάδα της, στα πλαίσια της ανάπτυξης του συστήματος πλοήγησης και καθοδήγησης του διαστημοπλοίου Apollo, υλοποίησαν μια σειρά φυσικών και ψηφιακών προσομοιώσεων και δημιούργησαν κατάλληλους αλγόριθμους για τον έλεγχο των συστημάτων του κυβερνοσκάφους (Cameron, 2018).

Η πορεία της Υπολογιστικής Επιστήμης συνέχισε να είναι ανοδική και η συνεισφορά της στον χώρο των επιστημών και της μηχανικής (engineering) να γίνεται σημαντικότερη. Πιο πρόσφατα, το 2017, οι Rainer Weiss, Barry Barish και Kir Thorne τιμήθηκαν με βραβείο Νόμπελ Φυσικής «για την καθοριστική συνεισφορά τους στην δημιουργία του ανιχνευτή LIGO και την παρατήρηση βαρυτικών κυμάτων». Ο ανιχνευτής LIGO επιβεβαίωσε πειραματικά το επιστημονικό μοντέλο ενός φυσικού φαινομένου, των βαρυτικών κυμάτων (Abbott et al., 2016), που είχε διατυπωθεί 100 χρόνια νωρίτερα από τον Einstein. Το δημιούργημα αυτό της μηχανικής, οδήγησε στην ανάγκη αναθεώρησης των έως τότε γνωστών

μοντέλων του σύμπαντος, αφού εντόπισε περισσότερες συγκρούσεις μαύρης τρύπας από όσες προέβλεπε το μοντέλο των βαρυτικών κυμάτων του Einstein (Lee, 2018). Υπολογιστικές μεθόδους χρησιμοποίησε και η Katie Bouman με τους συνεργάτες της, αστρονόμους, φυσικούς, μαθηματικούς και μηχανικούς, οι οποίοι συγκέντρωσαν 5 Petabytes (5.242.880 Gigabytes) δεδομένων από ένα δίκτυο 8 τηλεσκοπίων εγκαταστημένων σε 4 διαφορετικές ηπείρους, στα πλαίσια του έργου Event Horizon Telescope (EHT) του MIT. Τα δεδομένα αυτά επεξεργάστηκαν με αλγορίθμους που δημιουργήθηκαν ειδικά για τον σκοπό αυτό και ως αποτέλεσμα προέκυψε η δημοσίευση της πρώτης φωτογραφίας μιας μαύρης τρύπας, τον Απρίλιο του 2019 (MIT News, 2019).

Στην προϋπάρχουσα συνεργασία της επιστήμης με τη μηχανική για την μοντελοποίηση των φυσικών ή τεχνητών φαινομένων, η Υπολογιστική έδωσε τη δυνατότητα χειρισμού και ελέγχου των μηχανών που κατασκευάζουν οι μηχανικοί για να μιμηθούν τα μοντέλα που δημιουργούν οι επιστήμονες ως αναπαραστάσεις των φυσικών φαινομένων (Lee, 2018). Ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, άρχισαν να δημιουργούνται τμήματα «Υπολογιστικής Επιστήμης (Computational Science)» σε πανεπιστήμια, ανεξάρτητα από τα ήδη υπάρχοντα τμήματα «Επιστήμης Υπολογιστών (Computer Science)», ενισχύοντας την διάκριση των δυο επιστημονικών κλάδων. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι στις μέρες μας, αποδεκτή επιστημονική έρευνα μπορεί να διεξάγεται σε απόλυτα ελεγχόμενα εργαστηριακά περιβάλλοντα (*in vitro*), μέσω κλινικών μελετών σε ζώντες οργανισμούς (*in vivo*), αλλά και αποκλειστικά σε υπολογιστή ή μέσω υπολογιστικών προσομοιώσεων (*in silico*). Η έκφραση *in silico* χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά δημοσίως το 1989, από τον Pedro Miramontes, ο οποίος με τον τρόπο αυτό χαρακτήρισε βιολογικά πειράματα που διεξήχθησαν εξολοκλήρου σε υπολογιστή στο πλαίσιο των ερευνών του στη γενετική (Miramontes, 1989), αναγνωρίζοντας έτσι, στον ερευνητικό κόσμο, έναν νέο τρόπο παραγωγής επιστήμης.

Η ΥΣ, λοιπόν, δεν αποτελεί απλά ένα εργαλείο στη διάθεση των επιστημόνων, αλλά έναν τρόπο παραγωγής επιστήμης και σταδιακά αντιμετωπίστηκε από τις άλλες επιστήμες, όχι ως μια έννοια που απορρέει από την Πληροφορική, αλλά ως έννοια που απορρέει από την ίδια την επιστήμη και είναι απαραίτητη για την ανάπτυξή της (Denning, 2009). Οι υπολογιστές είναι ένα εργαλείο και όχι το αντικείμενο μελέτης και η Υπολογιστική, ως «διαδικασία αναγνώρισης μορφών υπολογισμού στον κόσμο που μας περιβάλλει και εφαρμογής εργαλείων και τεχνικών της Πληροφορικής για την κατανόηση και το συλλογισμό σχετικά με φυσικά και τεχνητά συστήματα και διεργασίες» (Royal Society, 2012), αποτελεί μια βασική μέθοδο παραγωγής επιστήμης.

Ο νέος αυτός, αναπόφευκτος, τρόπος παραγωγής επιστήμης δεν ήταν διαθέσιμος μέχρι πρόσφατα και η έλευσή του έδωσε στους επιστήμονες τη δυνατότητα να πειραματιστούν, τόσο σε εικονικούς όσο και στον πραγματικό κόσμο, με νέες λύσεις και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων. Συνδυάζοντας τους Η/Υ με έννοιες και πρακτικές της Πληροφορικής, οι επιστήμονες όλων των ειδικοτήτων έχουν στη διάθεσή τους τα κατάλληλα επιστημολογικά εργαλεία για να επιλύσουν διεπιστημονικά προβλήματα στο πλαίσιο άλλων γνωστικών αντικειμένων (Computing Sciences). Ο συνδυασμός αυτός μπορεί να αποτελέσει επίσης το εννοιολογικό πλαίσιο για την ευρύτερη αξιοποίηση της Πληροφορικής στην γενική εκπαίδευση, δεδομένης και της θεώρησής της ως το τέταρτο μεγάλο επιστημονικό πεδίο, μαζί με τις Φυσικές Επιστήμες, τις Κοινωνικές Επιστήμες και τις Επιστήμες Ζωής (Rosenbloom, 2004), αλλά και λόγω της κεντρικής θέσης της στο πλαίσιο της διεπιστημονικής προσέγγισης της εκπαίδευσης και της εκπαίδευσης στα πεδία STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) (Φεσάκης, 2018; Henderson, Cortina, Hazzan, & Wing, 2007).

Εύκολα γίνεται κατανοητό ότι σε οποιοδήποτε κοινωνικό σύστημα του μέλλοντος, η ανάπτυξη ΥΣ θα αποτελέσει στρατηγικό πλεονέκτημα για την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο. Ήδη στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon των ΗΠΑ, το Κέντρο για την Υπολογιστική Σκέψη, θέτει μεταξύ των

αποστολών του «... την προώθηση της εξάπλωσης της χρήσης ΥΣ για τη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων» και, αναγνωρίζοντας την Πληροφορική για την επαναστατική επίδρασή της στην επιστημονική έρευνα και ανακάλυψη, αναφέρει χαρακτηριστικά ότι «είναι σχεδόν αδύνατη η υλοποίηση επιστημονικής έρευνας σε οποιοδήποτε πεδίο επιστήμης ή μηχανικής χωρίς την ικανότητα υπολογιστικής σκέψης» (Center for Computational Thinking, Carnegie Mellon, 2019). Ενδεικτική για τη σημασία της Πληροφορικής Υψηλών Επιδόσεων (High Performance Computing) στην επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο είναι και η βράβευση επιστημόνων που προωθούν την επιστήμη με τη χρήση υπολογιστικής, από οργανισμούς όπως ο Partnership for Advanced Computing in Europe (<http://www.prace-ri.eu>). Σε επίπεδο πολιτικής, ήδη από το 2009, η αντίστοιχη Διεύθυνση του Εθνικού Ιδρύματος Έρευνας των ΗΠΑ (Directorate for Computer and Information Science and Engineering – National Science Foundation, NSF) έθεσε την προώθηση της ΥΣ ως απαραίτητη προϋπόθεση των νέων ερευνητικών προτάσεων που δέχεται για επιχορήγηση από το πρόγραμμα CISE Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education (CPATH), ενώ η θερμή υποστήριξη της οποίας έτυχαν η υπολογιστική επιστήμη και η υπολογιστική σκέψη στις ΗΠΑ οδήγησαν στην ψήφιση σχετικού νομοσχεδίου για την χρηματοδότηση της υπολογιστικής υψηλών επιδόσεων ήδη από το 1991 (Denning, 2009). Η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί αναμφισβήτητα σημαντική ικανότητα για τον σύγχρονο πολίτη, στην οποία μπορεί να στηριχθεί η μελλοντική επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος (CSTA & ISTE, 2011). Η προσπάθεια για ενσωμάτωσή της στην γενική εκπαίδευση θεωρείται επιτακτικό ζήτημα που θα πρέπει να απασχολήσει την εκπαιδευτική κοινότητα και τους φορείς χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών διεθνώς.

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΈΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΥΣ

Δυο μεγάλοι πρωτοπόροι της Πληροφορικής εκπαίδευσης, οι Alan Perlis και Seymour Papert, επισήμαναν την αξία της γνώσης προγραμματισμού υπολογιστών ήδη από τις συζητήσεις της περιόδου 1950-1990 (Grover & Pea, 2013), ωθούμενοι και από το κίνημα των υπολογιστικών επιστημών του 1980 (Tedre & Denning, 2016) (οι πρώτοι προσωπικοί υπολογιστές εμφανίστηκαν την δεκαετία του 1970 και εξαπλώθηκαν κατά την δεκαετία του 1980). Πρώτος ο Alan Perlis, το 1962, πρότεινε τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε όλους τους μαθητές, ως μέσο που θα τους βοηθήσει να κατανοήσουν την υπολογιστική θεωρία και να μελετήσουν αποτελεσματικότερα μια ευρεία ποικιλία θεμάτων (Guzdial, 2008). Ακολούθησε ο Papert, το 1967, που κατάφερε να κάνει δημοφιλή την ιδέα της διδασκαλίας προγραμματισμού για την ανάπτυξη αλγοριθμικής σκέψης, όταν δημιούργησε τη γλώσσα προγραμματισμού LOGO για τον έλεγχο μιας ρομποτικής χελώνας, εργαζόμενος στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας στο MIT (Papert, 1991). Ερευνώντας την επιρροή που δέχεται η σκέψη των παιδιών από τον προγραμματισμό με τη γλώσσα LOGO, ο Papert εισήγαγε πρώτος τον όρο «Υπολογιστική Σκέψη» στην εκπαίδευση (Papert, 1996).

Η ΥΣ επανήλθε ως όρος στο προσκήνιο, το 2006, με τη δημοσίευση του ομώνυμου άρθρου της Jeanette Wing στο Communications of the ACM (Wing, 2006). Στο άρθρο, μεταξύ άλλων αναφέρεται ότι «η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking) εμπλέκει την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, με τις θεμελιώδεις έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών. Περιλαμβάνει δε, μια ποικιλία νοητικών εργαλείων που αντανακλούν το εύρος του πεδίου της Επιστήμης Υπολογιστών». Η Wing ισχυρίστηκε ότι «η ΥΣ αναπαριστά μια καθολικά εφαρμόσιμη στάση και ένα σύνολο προσόντων που όλοι, όχι μόνο οι επιστήμονες πληροφορικής, θα πρέπει να είναι πρόθυμοι να αποκτήσουν και να χρησιμοποιήσουν» (Wing, 2006), πυροδοτώντας έναν διεθνή διάλογο για την φύση της ΥΣ και την αξία της για την εκπαίδευση, ο οποίος βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη (Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013; Kalelioglu et al., 2016).

Σε σχετικά εργαστήρια που διοργανώθηκαν, τόσο από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ (US National Research Council - NRC), όσο και από φορείς όπως οι CSTA και ISTE (NRC, 2010; CSTA & ISTE, 2011) οι συμμετέχοντες δεν κατάφεραν να συμφωνήσουν σε βασικούς ορισμούς και εξέφρασαν διαφοροποιημένες απόψεις για τους σκοπούς και τη φύση της ΥΣ (NRC, 2011). Η Wing επανήλθε το 2011, προτείνοντας έναν νέο ορισμό για την ΥΣ σύμφωνα με τον οποίο: «ΥΣ είναι οι διαδικασίες σκέψης που εμπλέκονται στη διαμόρφωση προβλημάτων και λύσεων, έτσι ώστε οι λύσεις να αναπαρίστανται σε μορφή που να μπορεί να επεξεργαστεί από έναν διαμεσολαβητή (agent) επεξεργασίας πληροφοριών» (Wing, 2011). Για την υποστήριξη της σημασίας της ΥΣ, η Wing χρησιμοποίησε ως επιχειρήματα το σύνολο των δεξιοτήτων, τεχνικών, μεθόδων και στάσεων για την επίτευξη λύσεων ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων με τα οποία εφοδιάζει η ΥΣ τον άνθρωπο, αλλά και την πρόκληση της μηχανικής νοημοσύνης (machine intelligence), δηλαδή την αναζήτηση του τι κάνουν οι άνθρωποι καλύτερα από τους υπολογιστές, και τι οι υπολογιστές καλύτερα από τους ανθρώπους.

Με τη διεύρυνση του διαλόγου σχετικά με το πεδίο της ΥΣ, άλλοι ορισμοί έκαναν επίσης την εμφάνισή τους. Σε μια προσπάθεια απόδοσης ενός λειτουργικού ορισμού για την ΥΣ, οι Computer Science Teachers Association και International Society for Technology in Education (CSTA & ISTE, 2009) όρισαν την ΥΣ ως ένα σύνολο χαρακτηριστικών όπως η μορφοποίηση των προβλημάτων για επίλυσή τους από υπολογιστή, η ανάλυση και αναπαράσταση δεδομένων μέσω μοντέλων και προσομοιώσεων, η αλγοριθμική σκέψη για την επίτευξη πιθανών λύσεων και η γενίκευση των λύσεων αυτών σε μια ευρεία ποικιλία προβλημάτων (ISTE & CSTA, 2011). Η Royal Society (2012) πρότεινε έναν άλλο ορισμό, σύμφωνα με τον οποίο η ΥΣ δεν είναι αποκλειστικά ανθρώπινο κατασκεύασμα αλλά είναι επίσης παρούσα στη φύση, η οποία επίσης υπολογίζει με την έννοια του μετασχηματισμού των αναπαραστάσεων της πληροφορίας όπως για παράδειγμα στη διαδικασία μεταγραφής του DNA. Η ΥΣ αποτελεί λοιπόν «τη διαδικασία αναγνώρισης πτυχών υπολογισμού (aspects of computation) στον κόσμο που μας περιβάλλει και εφαρμογής εργαλείων και τεχνικών της Πληροφορικής για την κατανόηση και τον συλλογισμό σχετικά με φυσικά αλλά και τεχνητά συστήματα και διεργασίες». Τέλος, μόλις το 2016 η CSTA εξέδωσε το CSTA K–12 Computer Science Standards, στο οποίο, μεταξύ άλλων, αναφέρεται ότι η ΥΣ «είναι μια μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων που επεκτείνει το «βασίλειο» της επιστήμης υπολογιστών σε όλους τους κλάδους, προσφέροντας τα μέσα ανάλυσης και ανάπτυξης λύσεων σε προβλήματα που μπορούν να λυθούν υπολογιστικά. Με την εστίαση στην αφαίρεση, αυτοματοποίηση και ανάλυση, η ΥΣ είναι δομικό στοιχείο του ευρύτερου κλάδου της Πληροφορικής» (CSTA, 2016).

Παρά τις προσπάθειες επιστημόνων και φορέων, η επιστημονική κοινότητα δεν έχει καταλήξει ακόμη σε έναν κοινά αποδεκτό ορισμό (Rose et al., 2017; Weintrop et al., 2016; Fessakis et al., 2018) και πολλά ζητήματα παραμένουν ανοικτά, που αφορούν τόσο την ίδια την έννοια και τις διαστάσεις και πρακτικές που την αποτελούν (Lye & Koh, 2014; Fesakis, et al. 2018), όσο και το ανθρώπινο δυναμικό που θα εμπλακεί στην εξέλιξη και τη διδασκαλία της (Barr & Stephenson, 2011). Σήμερα η ΥΣ αναγνωρίζεται ως κεντρικό ζήτημα στην εκπαίδευση (Freeman et al., 2017; Διαρκής Επιτροπή Μορφωτικών Υποθέσεων της Βουλής, 2016) για την ορθή προσέγγιση του οποίου χρειάζεται να πραγματοποιηθεί συστηματική και πολυσχιδής έρευνα.

3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΥΣ

Οι δομικές διαστάσεις που αποτελούν την ΥΣ και οι δεξιότητες που τη χαρακτηρίζουν δεν έχουν ακόμα αποσαφηνιστεί πλήρως και αποτελούν ενεργό αντικείμενο διαλόγου, ενώ μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας συνεχίζει να παράγεται στον τομέα αυτό. Στο ομώνυμο άρθρο της, που προκάλεσε την αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για την έννοια, η Wing πρότεινε να περιλαμβάνονται στο σύνολο των διαστάσεων της ΥΣ οι: αφαίρεση, αποσύνθεση προβλήματος, αναγνώριση προτύπων, αλγοριθμική σκέψη και λογική

σκέψη (Wing, 2006). Ακολούθησαν οι Isbell και Stein, που ισχυρίστηκαν ότι τα Προγράμματα Σπουδών Πληροφορικής θα πρέπει να αναθεωρηθούν ώστε να περιλαμβάνουν βασικές δεξιότητες μοντελοποίησης, κλιμάκωσης, προσομοίωσης, αφαίρεσης, αυτοματοποίησης και διερμηνείας δεδομένων, σύνολο γνωστό και ως *υπολογιστική νοοτροπία* (computationalist mindset) (Isbell, Stein et al., 2009). Οι CSTA και ISTE, πρότειναν ότι η ΥΣ αποτελείται από 9 βασικές διαστάσεις και δεξιότητες, όπως ο χειρισμός των δεδομένων (συλλογή, ανάλυση, αναπαράσταση), η αποσύνθεση προβλήματος, η αφαίρεση, οι αλγόριθμοι και διαδικασίες, η αυτοματοποίηση, ο παραλληλισμός και η προσομοίωση (CSTA & ISTE, 2011).

Η συζήτηση γύρω από τις διαστάσεις της έννοιας συνεχίστηκε και διάφορα άλλα σύνολα προτάθηκαν κατά καιρούς, εντείνοντας την ασάφεια που επικρατεί ακόμη γύρω από την ΥΣ (NRC, 2010; Barr & Stephenson, 2011; Grover & Pea, 2013; Selby, 2015). Το ερώτημα που προκύπτει, είναι το αν τελικά η ΥΣ αποτελεί μια *έννοια-ομπρέλα* που περιγράφει τη χαλαρή συγκρότηση των παιδαγωγικά σημαντικών διαστάσεων της Πληροφορικής, μια *πρακτική* της Πληροφορικής, ή μια *διακριτή οντότητα* που αφορά έναν συγκεκριμένο τρόπο σκέψης στο πλαίσιο της υπολογιστικής.

Σε 5 δημοφιλείς εργασίες που έχουν δημοσιευτεί στον τομέα, προτείνεται η ΥΣ να αποτελείται από τις διαστάσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Προτεινόμενα συστήματα διαστάσεων ΥΣ

Barr & Stephenson, 2011	Lee, et al., 2011	Grover & Pea, 2013	Selby & Woollard, 2013	Angeli, et al., 2016
Αφαίρεση	Αφαίρεση	Αφαίρεση και γενίκευση προτύπων	Αφαίρεση	Αφαίρεση
Αλγόριθμοι και διαδικασίες		Αλγοριθμικές έννοιες ελέγχου ροής	Αλγοριθμική σκέψη	Αλγόριθμοι (περιλαμβάνει αλληλουχία και έλεγχο ροής)
Αυτοματοποίηση	Αυτοματοποίηση Ανάλυση			
Αποσύνθεση προβλήματος		Υποθετική λογική Δομημένη αποσύνθεση προβλήματος (αρθρωτή)	Αποσύνθεση	Αποσύνθεση
		Αποσφαλμάτωση και συστηματικός εντοπισμός λαθών		Αποσφαλμάτωση
		Περιορισμοί απόδοσης και εκτέλεσης	Αξιολόγηση	
			Γενικεύσεις	Γενίκευση
		Επαναληπτική, αναδρομική και παράλληλη σκέψη		
Παραλληλισμός Προσομοίωση		Συστήματα συμβόλων και αναπαραστάσεις Συστηματική επεξεργασία της πληροφορίας		

Ορισμοί για τις διαστάσεις αυτές, με βάση και τα αναφερόμενα στις συγκεκριμένες εργασίες, μπορούν να θεωρηθούν οι παρακάτω (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Ορισμοί βασικών διαστάσεων ΥΣ

Διάσταση ΥΣ	Ορισμός
Αφαίρεση	Η διαδικασία απλοποίησης ενός αντικειμένου, αγνοώντας τις περιττές λεπτομέρειες, ώστε αυτό να γίνει πιο κατανοητό. Προσπάθεια απόκρυψης λεπτομερειών χωρίς να αλλοιωθεί η αναπαράσταση.
Αλγοριθμική σκέψη	Μέθοδος επίτευξης μιας λύσης μέσω σαφούς καθορισμού των βημάτων.
Αυτοματοποίηση	Εκτέλεση επαναλαμβανόμενων εντολών γρήγορα και αποδοτικά, μέσω υπολογιστή. Προγράμματα υπολογιστών = «αυτοματοποιήσεις αφαιρέσεων».
Αποσύνθεση	Τρόπος σκέψης για τα αντικείμενα σε συνάρτηση με τα συστατικά τους μέρη. Κατανόηση, επίλυση, ανάπτυξη και αξιολόγηση των μερών ξεχωριστά.
Αποσφαλμάτωση	Συστηματική εφαρμογή ανάλυσης και αξιολόγησης χρησιμοποιώντας δοκιμή, ιχνογράφηση και λογική σκέψη για την πρόγνωση και επαλήθευση των αποτελεσμάτων.
Γενίκευση	Προσδιορισμός προτύπων, ομοιοτήτων και συνδέσεων και εκμετάλλευση αυτών των χαρακτηριστικών. Γρήγορη επίλυση προβλημάτων με βάση προηγούμενες λύσεις σε παρόμοια προβλήματα.

Οι Fessakis et al. (2018) επιχείρησαν μια ένωση των διαστάσεων που προτείνονται από τους διάφορους ορισμούς και σύμφωνα με τους συγγραφείς, η ΥΣ περιλαμβάνει: δημιουργική επίλυση προβλήματος, αλγοριθμική προσέγγιση της επίλυσης προβλήματος, μεταφορισμότητα της λύσης, λογικό συμπέρασμα, αφαίρεση, γενίκευση, αναπαράσταση και οργάνωση δεδομένων, συστημική σκέψη, αξιολόγηση, και κοινωνική επίδραση της υπολογιστικής. Στην ίδια εργασία, συγκεντρώθηκαν οι διαστάσεις της ΥΣ που περιλαμβάνονται σε διάφορες πρωτοβουλίες ενσωμάτωσης της ΥΣ στην εκπαίδευση που υλοποιούνται ήδη παγκοσμίως (Teaching London Computing, Computing at School, CSTA & ISTE) και επιχειρήθηκε η ένωσή τους. Το σύνολο των διαστάσεων που προέκυψε από την ένωση αυτή παρουσιάζεται στον Πίνακα 3 (Fessakis et al., 2018).

Πίνακας 3. Προτεινόμενο σύνολο διαστάσεων ΥΣ

Ένωση διαστάσεων ΥΣ
Αλγοριθμική Σκέψη (Algorithmic Thinking – AL)
Αφαίρεση (Abstraction – AB)
Γενίκευση (Generalization – GE)
Λογικός συμπερασμός (Logical reasoning – LR)
Αναγνώριση προτύπων (Pattern matching – PM)
Αποσύνθεση προβλήματος (Problem decomposition – PD)
Μετάφραση προβλήματος (Problem translation – PT)
Αξιολόγηση (Evaluation – EV)
Αναπαράσταση (Representation – RE)
Συλλογή δεδομένων (Data collection – DC)
Αναπαράσταση δεδομένων (Data representation – DR)
Ανάλυση δεδομένων (Data analysis – DA)
Μοντελοποίηση (Modeling – MO)
Προσομοίωση (Simulation – SIM)
Αυτοματοποίηση (Automation – AUT)
Αλληλουχία (Sequencing-SE)
Έλεγχος (Testing – TE)
Κατανόηση ανθρώπου (Τεχνητή Νοημοσύνη) - (Understanding People – UP (Artificial Intelligence))

Παρά τις συνεχείς προσπάθειες της επιστημονικής κοινότητας, η ΥΣ, οι επιμέρους διαστάσεις της και η σχέση της με την Πληροφορική παραμένουν αντικείμενο συζήτησης. Και ενώ οποιοσδήποτε -με κατάλληλη εκπαίδευση- μπορεί να γίνει χρήστης λογισμικού, ο τρόπος που σκέφτεται ένας επιστήμονας Πληροφορικής, δηλαδή η ΥΣ, θα πρέπει να διδαχθεί ρητά. Για να επιτευχθεί αυτό, και για να γίνει δυνατή η αποτελεσματική και βιώσιμη ένταξη της ΥΣ στη βασική εκπαίδευση, θα πρέπει προηγουμένως να αναπτυχθούν κατάλληλοι πόροι που θα πείσουν τους φορείς χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών, και κατόπιν τους εκπαιδευτικούς, να εντάξουν την ΥΣ στο γνωστικό τους δυναμικό και επακόλουθα στις τάξεις διδασκαλίας (Barr & Stephenson, 2011).

4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ –ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

Η επιστημονική σημασία της ΥΣ και η διεπιστημονική της διάσταση, έχουν υποστηριχθεί ερευνητικά σε μεγάλο όγκο βιβλιογραφίας και οι ερευνητές έχουν συνδέσει την ανάπτυξη ικανοτήτων ΥΣ με τη διδασκαλία διαφόρων μαθημάτων. Μαθηματικά και Φυσικές επιστήμες (Barcelos & Silveira, 2012; Weintrop et al., 2016), Βιολογία και Φυσική (Sengupta et al., 2013), Γλώσσα και Ιστορία (Lee, Martin & Arone, 2014) και Πληροφορική (Rodriguez et al., 2017), είναι κάποια από τα πεδία στα οποία οι έννοιες και πρακτικές της ΥΣ βρίσκουν εφαρμογή, αποδεικνύοντας και ενισχύοντας τη διεπιστημονικότητά της.

Η ΥΣ φέρεται να αναπτύσσει την αυτεπάρκεια των μαθητών και να βοηθά στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στα Μαθηματικά και τη STEM εκπαίδευση (Leonard et al., 2016), ενώ μέσω της απόκτησης πλούσιων υπολογιστικών εμπειριών οι μαθητές μετατρέπονται από απλοί τελικοί χρήστες σε δημιουργούς και καινοτόμους, ικανούς να χρησιμοποιούν υπολογιστικά εργαλεία και μεθόδους για να δημιουργήσουν νέα εργαλεία ή τεχνουργήματα (Lee, Martin & Arone, 2014). Μέσω της ΥΣ γίνεται αποτελεσματικότερη η διδασκαλία βασικών γνωστικών αντικειμένων, όπως τα Μαθηματικά, και εφικτή

η «μεταφορά ικανοτήτων» μεταξύ γνωστικών πεδίων (Μαθηματικά, Πληροφορική, Φυσικές Επιστήμες, Βιολογία), καθώς και η προσέλευση περισσότερων μαθητών σε καριέρες του τομέα STEM (Barcelos & Silveira, 2012).

Παρά την αναγνώριση της σημασίας της ΥΣ, ωστόσο, παρατηρείται έλλειψη εμπειρικών ερευνών σχετικών με την ενσωμάτωσή της σε όλο το εύρος της Κ-12 εκπαίδευσης (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Ερωτήματα σχετικά με τα κατάλληλα γνωστικά αντικείμενα ενσωμάτωσης, εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, ηλικιακές βαθμίδες, εργαλεία λογισμικού και υλικοτεχνική υποδομή, καθώς και τις κατάλληλες μεθόδους αξιολόγησης, απασχολούν ακόμη την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα (Fessakis et al., 2018). Την ασάφεια επιτείνει και η σύγχυση που επικρατεί μεταξύ των εκπαιδευτικών σχετικά με τους παραπάνω παράγοντες, αλλά και την έννοια της ΥΣ καθαυτή (Φεσάκης, Πραντσούδη & Μαυρουδή, 2018; Fesakis & Prantsoudi, 2019; Yadav et al., 2011; 2014).

Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση ενός ολοκληρωμένου Προγράμματος Σπουδών για την ενσωμάτωση της ΥΣ στην Κ-12 εκπαίδευση. Το Πρόγραμμα Σπουδών αυτό, θα πρέπει φυσικά να συνοδεύεται και από αντίστοιχη επιμόρφωση και υποστήριξη των εκπαιδευτικών που θα κληθούν να υλοποιήσουν την ενσωμάτωση αυτή. Η προετοιμασία των εκπαιδευτικών είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας οποιασδήποτε προσπάθειας να αξιοποιηθεί η παιδαγωγική δυναμική της ΥΣ (Fesakis & Prantsoudi, 2019; Yadav, et al., 2011; 2014) και όπως χαρακτηριστικά υποστηρίζει ο Cuny (2011), η κατάλληλη προετοιμασία και υποστήριξη των εκπαιδευτικών είναι μεγαλύτερη πρόκληση από αυτή της ίδιας της ανάπτυξης του ΠΣ.

4. 1 Διδασκαλία, μάθηση και αξιολόγηση ΥΣ

Σε διάφορες χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής, τα εκπαιδευτικά συστήματα έχουν ήδη θέσει ως στρατηγικό στόχο την ανάπτυξη της ΥΣ (EC-COM(2018)-24 & 22; ΔΕΜΥΒ, 2016) και ήδη η έννοια κατέχει θέση στα υπάρχοντα Προγράμματα Σπουδών και στις χρησιμοποιούμενες εκπαιδευτικές πρακτικές, τόσο σε ενδοσχολικό, όσο και σε εξωσχολικό πλαίσιο (Mannila et al., 2014). Μια συστηματική επισκόπηση της βιβλιογραφίας, ωστόσο, κάνει εμφανή τον κατακερματισμό των ερευνών που σχετίζονται με την ΥΣ, τόσο σε επίπεδο εννοιών, όσο και σε επίπεδο διδακτικής μεθοδολογίας και πρακτικών.

Μεταξύ των μεθόδων που έχουν διερευνηθεί και προταθεί για τη διδασκαλία της έννοιας της ΥΣ και των επιμέρους διαστάσεών της συγκαταλέγεται η χρήση δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής (Atmatzidou & Demetriadis, 2016), ο συνδυασμός της εκπαιδευτικής ρομποτικής με ψηφιακά παιχνίδια (Leonard et al., 2016), αποσυνδεδεμένες δραστηριότητες Πληροφορικής (Rodriguez et al., 2017), ή συνδυασμός ψηφιακών και παραδοσιακών παιχνιδιών (Wu & Richards, 2011; Lee et al., 2014). Η διεπιστημονική φύση της έννοιας προτείνεται να αναδειχθεί μέσω μοντελοποίησης και προσομοίωσης στο πλαίσιο της STEM εκπαίδευσης (Sengupta et al., 2013), ενώ προτείνονται ακόμη λογισμικά ψηφιακής αφήγησης (Storytelling Alice SA, Alice 2.2) και προγραμματισμός παιχνιδιών σε 3D περιβάλλον (Werner et al., 2012).

Επιπλέον, προτείνονται αποσυνδεδεμένες (unplugged) και κιναισθητικές δραστηριότητες, διεπιστημονικές εργασίες, χρήση προγραμματισμού για υλοποίηση διαστάσεων της ΥΣ, ψηφιακή αφήγηση, εκπαιδευτική ρομποτική, δημιουργία διαδραστικών καρτών και αφισών, πειραματισμός και προσομοίωση, καθώς και εκπαιδευτικά παιχνίδια (Mannila et al., 2014). Ο Weintrop και οι συνεργάτες του (2016) δίνουν έμφαση στη διεπιστημονική εφαρμογή της ΥΣ, προτείνοντας ένα πλαίσιο ενσωμάτωσής της σε μαθήματα Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων. Σημαντική θεωρείται επίσης η συμβολή των αποσυνδεδεμένων

δραστηριοτήτων στην εξάλειψη της παρανόησης ότι η ΥΣ συνδέεται αποκλειστικά με τη χρήση υπολογιστών (Rodriguez et al., 2017).

Στο πεδίο της αξιολόγησης της ανάπτυξης ΥΣ, οι Brennan και Resnick (2012) προτείνουν τρεις βασικές προσεγγίσεις:


- Ανάλυση φακέλου μαθητή (portfolio και projects).
- Συνεντεύξεις με βάση συγκεκριμένα τεχνουργήματα.
- Σενάρια σχεδιασμού: δίνεται ένα έργο και ζητείται από τον μαθητή να α) εξηγήσει τη λειτουργία του, β) περιγράψει πιθανές επεκτάσεις, γ) διορθώσει σφάλματα, δ) προσθέσει λειτουργίες.

Προτείνεται επίσης η χρήση ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων (Hoover et al., 2016; Leonard et al., 2016), ενώ η τροπικότητα του εργαλείου αξιολόγησης φαίνεται να επηρεάζει την επίδοση των μαθητών (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Ως μέθοδος αξιολόγησης αναφέρεται και ο προγραμματισμός ψηφιακών παιχνιδιών (Werner et al., 2012), καθώς και ποσοτικές και ποιοτικές μετρήσεις σε ψηφιακά παιχνίδια που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή (Hoover et al., 2016). Για την ανάλυση των δεδομένων που θα αξιολογηθούν, οι Wu και Richards (2011) προτείνουν την τριγωνοποίηση δεδομένων τριών μορφών (λεκτικά, συμπεριφορικά, τεχνουργήματα), όπως αυτά προκύπτουν από δομημένες ή ημιδομημένες συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια, σημειώσεις πεδίου, μαθητικά ημερολόγια σχεδίασης, παρατήρηση των συμμετεχόντων, καταγραφή οθόνης, πρωτόκολλο «ηχηρής σκέψης» και pre-/post-tests, για την ποιοτική ανάλυση και αξιολόγηση της ικανότητας ΥΣ των μαθητών. Πρωτόκολλο «ηχηρής σκέψης», συνεντεύξεις και παρατήρηση, ηχογράφηση ή βιντεοσκόπηση των δραστηριοτήτων προτείνονται και από τους Lee, et al. (2014).

5. ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΥΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Το κενό μεταξύ των κοινωνικών αναγκών για δεξιότητες ΥΣ και της παρεχόμενης εκπαίδευσης προσπάθησαν αρχικά να καλύψουν διάφορες πρωτοβουλίες εκτός του πλαισίου τυπικής εκπαίδευσης, με ορισμένες μάλιστα να εξαπλώνονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι πρωτοβουλίες αυτές αναπτύχθηκαν κυρίως σε άτυπα περιβάλλοντα, και δεν συνάδουν απαραίτητα με τους περιορισμούς των Προγραμμάτων Σπουδών, τείνουν δε να ενισχύσουν τη συμμετοχική τεχνολογική κουλτούρα. Στους Πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται επιγραμματικά κάποιες από τις πρωτοβουλίες που έχουν υλοποιηθεί, τόσο σε ευρωπαϊκό (Πίνακας 4), όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο (Πίνακας 5).

Πίνακας 4. Ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες ενσωμάτωσης της ΥΣ

Πρωτοβουλία	Περιγραφή
	http://codeweek.eu/ : Διοργάνωση «εβδομάδων προγραμματισμού» από εθελοντές. Ξεκίνησε το 2013 με 26 χώρες της Ευρώπης, ενώ το 2018 συμμετείχαν στις διοργανώσεις του 2,7 εκατομμύρια άνθρωποι σε περισσότερες από 70 χώρες.



<http://www.allyouneediscod.eu/el/>: Συνεργασία ενδιαφερόμενων για την προώθηση προγραμματισμού, Πληροφορικής και ΥΣ σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, καθώς και την άτυπη εκπαίδευση. Από το 2014, υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.



<http://barefootcas.org.uk/>: Υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς στο Ηνωμένο Βασίλειο για την υλοποίηση του προγράμματος σπουδών Πληροφορικής και ΥΣ, από το 2014. Παρέχει διδακτικά σενάρια, υλικό επιμόρφωσης και εργαστήρια, και το 2018 χρησιμοποιήθηκε από 70.000 δασκάλους και πάνω από 2 εκατομμύρια μαθητές.



<https://www.computingschool.org.uk/>: Παροχή καθοδήγησης σε όσους εμπλέκονται με την Πληροφορική Εκπαίδευση στα σχολεία.

Πίνακας 5. Παγκόσμιες πρωτοβουλίες ενσωμάτωσης της ΥΣ.

Πρωτοβουλία	Περιγραφή
	https://code.org/ : Μη κερδοσκοπική πρωτοβουλία, ξεκίνησε το 2013 για την προώθηση της πρόσβασης στην Πληροφορική και την αύξηση της συμμετοχής γυναικών και μειονοτήτων. Δεκάδες εκατομμύρια μαθητών (Hour of Code) και 1 εκατομμύριο εκπαιδευτικοί (Code Studio) έχουν συμμετάσχει μέχρι σήμερα.
	https://coderdojo.com/ : Εξωσχολικές λέσχες προγραμματισμού για παιδιά 7-17 ετών. Παιχνίδι με τεχνολογία και εκμάθηση προγραμματισμού. 1.876 ενεργές λέσχες (dojos), συμμετοχή 58.000 νέων, με τη βοήθεια 12.000 εθελοντών σε 99 χώρες.
	www.bebas.org/ : Διεθνής πρωτοβουλία για προώθηση της Πληροφορικής και της ΥΣ μεταξύ εκπαιδευτικών, μαθητών και κοινού. Διοργάνωση διαγωνισμών και εργαστηρίων. Το 2018 διοργανώθηκαν διαγωνισμοί σε 54 χώρες με 2.780.000 συμμετέχοντες.
	http://csunplugged.org/ : Συλλογή δραστηριοτήτων για διδασκαλία Πληροφορικής μέσω παιχνιδιών και κουίζ. Εισαγωγή στην Πληροφορική χωρίς απαραίτητη χρήση υπολογιστή.
	https://www.codeclub.org.uk/ : Κοινότητα εθελοντών για την προώθηση της Πληροφορικής και της ψηφιακής δημιουργίας. Υποστήριξη εκπαιδευτικών. 13.000 εξωσχολικές λέσχες προγραμματισμού, σε 160 χώρες, εμπλέκουν 180.000 μαθητές με την εκμάθηση προγραμματισμού.



<https://www.madewithcode.com/>: Πρωτοβουλία, με χρηματοδότηση της Google, για την προσέλκυση κοριτσιών στον προγραμματισμό και τη μείωση του χάσματος των φύλων στην τεχνολογία. Παρέχει πόρους και υλικό εκμάθησης προγραμματισμού.

Αναγνωρίζοντας, ωστόσο, ότι η παιδαγωγική αξία οποιασδήποτε καινοτομίας δεν μπορεί να αποδειχθεί πρακτικά αν δεν υπάρχουν μετρήσιμα και αξιολογήσιμα αποτελέσματα, ο τομέας της αξιολόγησης της ικανότητας ΥΣ αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Στο πλαίσιο της αναζήτησης κατάλληλων μεθόδων αξιολόγησης, βρήκε πρόσφορο έδαφος και η ιδέα της δημιουργίας ενός διαγωνισμού για την αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών σχετικά με τις βασικές αρχές της Πληροφορικής και την Υπολογιστική Σκέψη (Dagienė , 2005; 2006). Ο Διεθνής Μαθητικός Διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Bebras έκανε την εμφάνισή του το 2004, στη Λιθουανία, ως ιδέα της Καθηγήτριας Valentina Dagienė του Πανεπιστημίου Vilnius και επιδιώχθηκε να αποτελέσει έναν επιπλέον μηχανισμό ευαισθητοποίησης της εκπαιδευτικής κοινότητας και κάλυψης των κενών που παρουσιάζονται στην τυπική εκπαίδευση αναφορικά με την ανάπτυξη της ΥΣ.

6. Ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΣ BEBRAS

Η απόκτηση ικανότητας ΥΣ μπορεί να επιτευχθεί, όχι μόνο μέσω επίσημων και τυπικών μεθόδων εκπαίδευσης, αλλά και μέσω γεγονότων και δραστηριοτήτων που δεν συνδέονται επίσημα με το σχολικό περιβάλλον. Τέτοιας μορφής γεγονότα είναι και οι διαγωνισμοί, οι οποίοι μπορούν να αυξήσουν την ελκυστικότητα της διδασκαλίας διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (Katz, 1992; Schofield, 1995). Οι μαθητές αισθάνονται συχνά την ανάγκη να επιδείξουν τις ικανότητές τους, να εκφραστούν δημιουργικά και να μοιραστούν τις δημιουργίες και τα ενδιαφέροντά τους με άλλους, ακόμη και να συγκριθούν μαζί τους (Papert, 1980) και οι παράγοντες αυτοί θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των Προγραμμάτων Σπουδών. Η ελκυστικότητα των μεθόδων διδασκαλίας και η δημιουργία κινήτρων για τους μαθητές αποτελούν μείζονος σημασίας θέματα που απασχολούν την εκπαιδευτική κοινότητα (Dagienė , 1997; Grigas, 1993). Επιπλέον, οι πρακτικές δραστηριότητες είναι πιο ενδιαφέρουσες και ελκυστικές από τη θεωρητική μελέτη, ενώ τα στοιχεία διαγωνισμού διεγείρουν τη μαθησιακή διαδικασία (Dagienė , 2006).

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, ήδη υλοποιούνται διάφορες πρωτοβουλίες σε παγκόσμιο επίπεδο, οι οποίες παράγουν πόρους που βοηθούν στην πρόοδο της ενσωμάτωσης της Πληροφορικής και της ΥΣ στην εκπαίδευση. Η δημιουργία ομίλων, διαγωνισμών και εξωσχολικών δραστηριοτήτων αποτελούν παραδείγματα τέτοιου είδους πρωτοβουλιών που μπορούν να λειτουργήσουν ενισχυτικά ως προς το έργο των εκπαιδευτικών στην τάξη.

6.1 Η διεθνής κοινότητα Bebras

Ο Διεθνής Μαθητικός Διαγωνισμός Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης Bebras® (Bebras International Challenge on Informatics and Computational Thinking), στον οποίο θα αναφερόμαστε στο εξής ως Bebras, ή «Κάστορας», ξεκίνησε ως ιδέα της Καθηγήτριας Valentina Dagienė , του University of Vilnius της Λιθουανίας, με σκοπό την προώθηση της Πληροφορικής παιδείας (Dagienė, 2010; Haberman, Cohen & Dagienė, 2011) και αποτελεί σήμερα την εξωσχολική δραστηριότητα Πληροφορικής με το πολυπληθέστερο κοινό σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο διαγωνισμός διοργανώνεται σε ετήσια βάση, από το 2004 και αποτελεί μια διεθνή πρωτοβουλία της ομώνυμης διεθνούς κοινότητας (The Bebras Community,

2017), με σκοπό την ανάπτυξη της Πληροφορικής, και κυρίως της Υπολογιστικής Σκέψης, μεταξύ εκπαιδευτικών, μαθητών και μαθητριών. Το όνομα Bebras προέρχεται από την Λιθουανική λέξη για τον κάστορα, το έξυπνο, εργατικό και αποφασιστικό ζώο, τα χαρακτηριστικά του οποίου αποτέλεσαν εμπνευση για τους δημιουργούς του, αλλά και ζητούμενο από τους συμμετέχοντες.

Ο διαγωνισμός απευθύνεται σε μαθήτριες και μαθητές όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης, από την προσχολική ηλικία έως και το Λύκειο και η εξάπλωσή του υπήρξε ραγδαία. Η πρώτη διοργάνωση πραγματοποιήθηκε το 2007, με τη συμμετοχή 50.000 μαθητών και μαθητριών από 6 χώρες, και έκτοτε ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός χωρών διοργανώνει διαγωνισμούς Bebras. Το 2017 ο Bebras πραγματοποιήθηκε σε περισσότερες από 45 διαφορετικές χώρες και συνολικά έλαβαν μέρος σε αυτόν περίπου δύο εκατομμύρια μαθητές και μαθήτριες (Bellettini et al., 2018), ενώ για το σχολικό έτος 2018-2019, ο διαγωνισμός διοργανώθηκε σε 48 χώρες και συμμετείχαν συνολικά 2.634.974 μαθητές και μαθήτριες (<https://www.bebbras.org/>).

Η διεθνής κοινότητα Bebras αποτελεί μια διεθνή ένωση οργανισμών που δραστηριοποιούνται γύρω από την Πληροφορική και την εκπαίδευσή της. Η δομή της κοινότητας περιλαμβάνει, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, τον Εθνικό Διοργανωτή Bebras (National Bebras Organizer-NBO), τη Διεθνή Κοινότητα Bebras (International Bebras Committee-IBC) που αποτελείται από τα ενεργά μέλη (47 χώρες σήμερα), τους Παρατηρητές-δόκιμα μέλη (Observers) μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η Ελλάδα μαζί με άλλες 20 χώρες, και το Συμβούλιο Bebras (Bebras Board-BB), το οποίο εκλέγεται με απόλυτα δημοκρατικές διαδικασίες και αποτελεί το εκτελεστικό όργανο της κοινότητας (Bebras Community Statutes, 2015). Με την πάροδο των ετών και την αριθμητική και πληθυσμιακή αύξηση της κοινότητας συσσωρεύτηκε παγκόσμια εμπειρία και τεχνογνωσία, οι οποίες οδήγησαν στην εξέλιξη του Bebras ώστε να αποτελεί σήμερα μια πολυπαραγοντική πρόκληση εξαιρετικού ενδιαφέροντος. Εκτός από τη διοργάνωση διαγωνισμών διαφόρων επιπέδων/κατηγοριών, τα μέλη της κοινότητας διοργανώνουν ποικίλες άλλες δραστηριότητες όπως ανοικτές συζητήσεις θεμάτων Πληροφορικής και ΥΣ, σεμινάρια επίλυσης δραστηριοτήτων/θεμάτων, εργαστήρια ενημέρωσης και επιμόρφωσης εκπαιδευτικών και εργαστήρια δημιουργίας θεμάτων.

6. 2 Τα θέματα – Bebras Tasks

Στόχος της διοργάνωσης του διαγωνισμού είναι η ευαισθητοποίηση των μαθητών και μαθητριών σχετικά με την Πληροφορική και την ΥΣ, μέσω ενός συνόλου εμπνευσμένων θεμάτων που είναι προσαρμοσμένα και κατανοητά σε ηλικιακές ομάδες-τάξεις. Τα θέματα του διαγωνισμού αναπτύσσονται συνεργατικά, σε ειδικό εργαστήριο που διεξάγεται για τον σκοπό αυτό σε ετήσια βάση (International Bebras Tasks Workshop), με τη συμμετοχή επιστημόνων Πληροφορικής από όλο τον κόσμο. Την κάθε χώρα-μέλος της κοινότητας Bebras εκπροσωπεί ο Εθνικός Διοργανωτής Bebras (NBO), ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που είναι υπεύθυνος για τη διοργάνωση του διαγωνισμού Bebras σε εθνικό επίπεδο. Οι NBO συνεισφέρουν προτεινόμενα θέματα στην κοινότητα, τα οποία προσαρμόζονται και βελτιώνονται συνεργατικά στο εργαστήριο θεμάτων, για να δημιουργηθεί μια δεξαμενή θεμάτων από την οποία αντλούν οι διοργανωτές κάθε χώρας αυτά που θα χρησιμοποιηθούν στην εθνική τους διοργάνωση. Τα θέματα είναι ανεξάρτητα από προαπαιτούμενες γνώσεις και πηγάζουν από κεντρικές έννοιες της Πληροφορικής. Στοχεύουν να ωθήσουν τους/τις μαθητές/τριες να ασχοληθούν εντατικότερα με την Πληροφορική και να στοχαστούν βαθύτερα σχετικά με την τεχνολογία,

αλλά και να προσεγγιστεί γενικότερα η Υπολογιστική Σκέψη και ο ψηφιακός γραμματισμός, δεδομένης της έλλειψης κοινού Προγράμματος Σπουδών στην Πληροφορική.

Το πολύτιμο αυτό διανοητικό προϊόν της συνεργασίας των μελών της κοινότητας μπορεί να αξιοποιηθεί και εκτός του διαγωνισμού για διάφορους σκοπούς, όπως, για παράδειγμα, ως δραστηριότητες αφόρμησης σε εκπαιδευτικά σενάρια (Dagiené & Sentance, 2016; Lonati et al., 2018), ή για την μέτρηση της βελτίωσης της ικανότητας ΥΣ των μαθητών/τριών καθώς και των στάσεων τους έναντι της Πληροφορικής (Straw et al., 2017). Επίσης, τα θέματα μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό πόρο για τη διοργάνωση σχετικής επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, καθώς και την ανάπτυξη σχεδίων μάθησης και αξιολόγησης της ΥΣ σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης (Lockwood & Mooney, 2018). Η πρόσβαση στα θέματα και η συμμετοχή στον σχεδιασμό τους αποτελεί ένα σημαντικό κίνητρο για την συμμετοχή μιας χώρας στην κοινότητα Bebras. Η αρχή για την Ελλάδα έγινε το 2017, με τη συμμετοχή αντιπροσωπείας που απέστειλε ως εθνικός διοργανωτής το Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής (Learning Technology and Educational Engineering Laboratory -LTEE Lab) του Πανεπιστημίου Αιγαίου, στο εργαστήριο θεμάτων που πραγματοποιήθηκε στην Κύπρο.

Τα θέματα κατανέμονται κατάλληλα σε ηλικιακές ομάδες, ανάλογα με τον βαθμό και το επίπεδο δυσκολίας τους. Μετά την ολοκλήρωση της διεξαγωγής του διαγωνισμού δημοσιεύονται οι λύσεις των θεμάτων, οι οποίες εκτός από την εξήγησή τους, συνοδεύονται και από ένα πεδίο «Είναι Πληροφορική», στο οποίο παρατίθεται ο τρόπος σύνδεσής τους με την Πληροφορική και την ΥΣ (Manilla et al., 2014). Για την κατηγοριοποίηση των θεμάτων έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφορα σχήματα, και στην πορεία εξέλιξης του διαγωνισμού επικράτησε η πρόταση των Dagiené et al. (2017) για χρήση ενός σχήματος δύο διαστάσεων, με βάση το οποίο αξιολογούνται: α) οι υπολογιστικές έννοιες και β) οι δεξιότητες ΥΣ, που αναπτύσσονται μέσω κάθε θέματος. Οι υπολογιστικές έννοιες αποτελούν το πεδίο «Είναι Πληροφορική» και μπορούν να προέρχονται από μια από τις παρακάτω κατηγορίες (Dagiené, Sentance, & Stururiené, 2017):

- Αλγόριθμοι και Προγραμματισμός
- Δεδομένα, δομές δεδομένων και αναπαραστάσεις
- Διεργασίες και υλικό υπολογιστή
- Επικοινωνία και δικτύωση
- Αλληλεπίδραση - συστήματα και κοινωνία

Το κάθε θέμα κατηγοριοποιείται επίσης με βάση τις δεξιότητες ΥΣ που αναπτύσσονται μέσω της επίλυσής του, και στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται οι διαστάσεις που προτείνονται από το Computing At School (Dagiené, Sentance, & Stururiené, 2017; Csizmadia et al., 2015; Selby & Woolard, 2013), οι οποίες είναι:

- Αφαίρεση (Abstraction – AB)
- Αλγοριθμική Σκέψη (Algorithmic Thinking – AL)
- Αποσύνθεση (Decomposition – DE)
- Αξιολόγηση (Evaluation – EV)
- Γενίκευση (Generalization – GE)

Κάθε θέμα, λοιπόν, θα πρέπει να συνδέεται με μια υπολογιστική έννοια - πεδίο της Πληροφορικής και μια έως τρεις διαστάσεις της ΥΣ. Επιπλέον, η κοινότητα έχει θέσει και ορισμένες γενικότερες προδιαγραφές τις οποίες θα πρέπει να πληρούν τα θέματα και για το καθένα από αυτά προτείνεται γενικά:

- να απαιτεί για την απάντησή του, κατά μέσο όρο, 3 λεπτά της ώρας,

- να αντιπροσωπεύει έννοιες της Πληροφορικής,
- να συνδέεται με τουλάχιστον μια διάσταση της ΥΣ,
- να είναι εύκολα κατανοητό,
- να είναι μικρής έκτασης,
- να επιλύεται στον υπολογιστή, χωρίς χρήση λογισμικού ή χαρτιού και μολυβιού,
- να είναι ανεξάρτητο από συγκεκριμένα συστήματα, και
- να είναι ενδιαφέρον και/ή διασκεδαστικό.

Γενικά επιδιώκεται η συμμετοχή στον διαγωνισμό να αποτελεί μια ψυχαγωγική μαθησιακή εμπειρία, ελεγχόμενης δυσκολίας, με σχετικά σύντομη διάρκεια για τους μαθητές και τις μαθήτριες. Ο διαγωνισμός αποτελεί ήδη ένα επιτυχές μοντέλο ανεπίσημης πληροφορικής εκπαίδευσης και παράλληλα ένα ελκυστικό και αποτελεσματικό εργαλείο προώθησης της επίλυσης προβλημάτων και της ΥΣ. Ωστόσο, για τη συμμετοχή σε αυτόν, δε θα πρέπει να παραλείπεται η ανάγκη ύπαρξης κινήτρων, τόσο για τους μαθητές και τις μαθήτριες, όσο και για τους εκπαιδευτικούς.

6.3 Η διεξαγωγή

Οι συνθήκες διεξαγωγής του διαγωνισμού ποικίλουν από χώρα κάθε χώρα ως προς συγκεκριμένους παράγοντες, όπως τα στάδια διεξαγωγής (τοπικό, περιφερειακό, εθνικό), ή ο τρόπος συμμετοχής των μαθητών (ατομική ή ομαδική, υποχρεωτική ή προαιρετική, κ.λπ.). Βασική προϋπόθεση αποτελεί ο μη κερδοσκοπικός χαρακτήρας της διοργάνωσης, και ο διαγωνισμός συνήθως προσφέρεται δωρεάν ή με μικρό κόστος συμμετοχής για την κάλυψη των απαραίτητων εξόδων. Στόχος είναι κυρίως η χαρά και εμπειρία της συμμετοχής, ωστόσο κάποιες χώρες έχουν θεσμοθετήσει βραβεία για τους πρωτεύσαντες μαθητές (Dagienė & Stururiene, 2016b).

Στην Ελλάδα, ο διαγωνισμός διοργανώθηκε για πρώτη φορά, πιλοτικά, την άνοιξη του 2019, από το Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής (LTEE Lab) (<https://ltee.aegean.gr>) του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Πλήθος ακαδημαϊκών, συντονιστών εκπαιδευτικού έργου, ερευνητών και εκπαιδευτικών Πληροφορικής συμμετείχαν στις επιτροπές του διαγωνισμού και στις δράσεις δημοσιοποίησής του. Για την υλοποίηση του διαγωνισμού, δημιουργήθηκε επίσημος πληροφοριακός ιστότοπος (<https://bebras.gr/>) και εγκαταστάθηκε και διαμορφώθηκε από την Ελληνική οργανωτική επιτροπή ειδικό πληροφοριακό σύστημα, προσβάσιμο στην διεύθυνση (<https://challenge.bebras.gr>). Η διεξαγωγή του διαγωνισμού έγινε σε εργαστήρια Η/Υ, μέσω υπολογιστών συνδεδεμένων στο διαδίκτυο και υπό την επιτήρηση εκπαιδευτικών, κατά το χρονικό διάστημα 25 Φεβρουαρίου – 8 Μαρτίου 2019. Οι συντονιστές εκπαιδευτικοί ανέλαβαν την μέριμνα εγγραφής της σχολικής τους μονάδας και απόδοσης μοναδικών κωδικών σύνδεσης στους συμμετέχοντες, τηρώντας τους κανόνες διεξαγωγής που τέθηκαν από την οργανωτική επιτροπή και φροντίζοντας για την προστασία των προσωπικών δεδομένων των μαθητών και μαθητριών.

Ειδικά για την πρώτη, πιλοτική διοργάνωση, διατέθηκαν διαγωνισμοί για τις ηλικιακές ομάδες 3 έως 11, οι οποίες αφορούσαν μαθητές και μαθήτριες των τάξεων από Γ΄ Δημοτικού έως και Β΄ Λυκείου. Η συμμετοχή των μαθητών/τριών έγινε ανώνυμα και η αντιστοίχιση των κωδικών συμμετοχής με τα πραγματικά τους στοιχεία τηρήθηκε εκτός συστήματος και με ευθύνη των συντονιστών εκπαιδευτικών. Μετά την ολοκλήρωση του διαστήματος διεξαγωγής καταγράφηκαν περίπου 13.900 συμμετοχές μαθητών και μαθητριών, η κατανομή των οποίων σε ηλικιακές ομάδες φαίνεται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Κατανομή συμμετεχόντων σε ηλικιακές ομάδες.

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Τάξη	Αριθμός συμμετεχόντων
3, 4	9-10	Γ' - Δ' Δημοτικού	3.364
5, 6	11-12	Ε' - ΣΤ' Δημοτικού	4.495
7, 8	13-14	Α' - Β' Γυμνασίου	2.849
9	15	Γ' Γυμνασίου	1.674
10, 11	16-17	Α' Β' Λυκείου	1.524
Σύνολο			13.906

Οι μαθητές/τριες προέρχονταν από 356 επίσημα καταγεγραμμένες σχολικές μονάδες της επικράτειας. Διευκρινίζεται, στο σημείο αυτό, η ιδιαιτερότητα της τοποθέτησης των συντονιστών εκπαιδευτικών (κυρίως εκπαιδευτικών Πληροφορικής) σε περισσότερες της μιας σχολικές μονάδες και η αδυναμία αποτύπωσης της περίπτωσης αυτής στο πληροφοριακό σύστημα του διαγωνισμού. Έτσι, οι συντονιστές εκπαιδευτικοί πραγματοποίησαν εγγραφές μαθητών που προέρχονταν από περισσότερες της μιας σχολικές μονάδες, γεγονός που αυξάνει τον αριθμό των συμμετεχουσών σχολικών μονάδων σε σχεδόν διπλάσιες. Η κατανομή των μονάδων ανά τύπο σχολείου παρουσιάζεται στον Πίνακα 7, και η κατανομή τους ανά Περιφέρεια της χώρας παρουσιάζεται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 7. Κατανομή σχολικών μονάδων ανά τύπο.

Τύπος σχολικής μονάδας	Αριθμός σχολικών μονάδων
Δημοτικό	161
Γυμνάσιο	113
Λύκειο	82
Σύνολο	356

Πίνακας 8. Κατανομή σχολικών μονάδων ανά Περιφέρεια.

Περιφέρεια	Αριθμός σχολικών μονάδων
Αττική	62
Κεντρική Ελλάδα	10
Κεντρική Μακεδονία	38
Κρήτη	30
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	25
Ήπειρος	4
Νησιά Ιονίου	5
Βόρειο Αιγαίο	34
Πελοπόννησος	51
Νότιο Αιγαίο	34
Θεσσαλία	39
Δυτική Ελλάδα	28
Δυτική Μακεδονία	26

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε 15 θέματα διαβαθμισμένης δυσκολίας (Α' – εύκολα, Β' – μέτρια, Γ' – δύσκολα), σε χρονικό διάστημα 45 λεπτών. Για κάθε σωστή απάντηση ο/η μαθητής/τρια επιβραβεύονταν με τους αντίστοιχους βαθμούς, ενώ για κάθε λανθασμένη απάντηση αφαιρούνταν

αριθμός βαθμών αντίστοιχος της δυσκολίας της (Πίνακας 9). Στους συμμετέχοντες δίνονταν 30 βαθμοί ως μπόνους εκκίνησης, ενώ η μέγιστη βαθμολογία που μπορούσε να συγκεντρωθεί ήταν 200 βαθμοί. Για να βαθμολογηθεί κάποιος δεν ήταν απαραίτητο να απαντήσει σε όλα τα θέματα, στόχος ωστόσο ήταν η απάντηση όσο περισσότερων θεμάτων γινόταν.

Πίνακας 9. Κατανομή βαθμολογίας.

Κατηγορία	Σωστή απάντηση	Καμία απάντηση	Λανθασμένη απάντηση
A – Εύκολο	+8	0	-1
B – Μέτριο	+11	0	-2
Γ – Δύσκολο	+15	0	-3

Ακολούθησε η δημοσιοποίηση των λύσεων των θεμάτων του διαγωνισμού, με τη δημιουργία και δωρεάν διάθεση ενός βιβλίου λύσεων, στο οποίο περιγράφεται, εκτός της λύσης του κάθε θέματος και ο τρόπος σύνδεσής του με την Πληροφορική (διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση <https://bebras.gr/news/>). Επιπλέον, οι συμμετέχοντες έχουν την δυνατότητα σύνδεσης στο σύστημα με τους κωδικούς τους και προβολής των σωστών απαντήσεων σε κατάσταση επισκόπησης, αλλά και της αναλυτικής βαθμολογίας που οι ίδιοι συγκέντρωσαν από τις απαντήσεις τους. Τέλος, εκτός των πιστοποιητικών συμμετοχής που εκδόθηκαν απευθείας από το σύστημα για όλους τους συμμετέχοντες, η οργανωτική επιτροπή απέδωσε ειδικό βραβείο στους 5 πανελληνίως πρωτεύσαντες της κάθε κατηγορίας του διαγωνισμού.

6. 4 Αποτίμηση και στόχοι

Οι εκπαιδευτική κοινότητα υποδέχτηκε με θέρμη τον διαγωνισμό Bebras και η οργανωτική επιτροπή δέχτηκε θετικά σχόλια για την διοργάνωσή του. Συντονιστές εκπαιδευτικοί, μαθητές και μαθήτριες, αλλά και γονείς, εξέφρασαν την ευχαρίστησή τους για την εμπλοκή τους στη διαδικασία και την επιθυμία να συνεχιστεί η διοργάνωση και στο μέλλον. Ενδεικτικά, στο ελεύθερα προσβάσιμο υλικό προετοιμασίας που παρέχεται από την οργανωτική επιτροπή (θέματα παλαιότερου διαγωνισμού), καταγράφονται ακόμη και σήμερα επισκέψεις, ακόμη και σε ώρες εκτός σχολικού ωραρίου, γεγονός που αποδεικνύει ότι ο Διαγωνισμός Bebras κατάφερε να εμπλέξει μεγάλο μέρος του μαθητικού πληθυσμού με την ΥΣ, ακόμη και μετά την επίσημη διοργάνωσή του. Απομένει να αξιοποιηθεί κατάλληλα η πρωτοβουλία αυτή, τόσο εντός όσο και εκτός σχολικού περιβάλλοντος.

Στόχο της οργανωτικής επιτροπής αποτελεί η συμβολή στην προσπάθεια εφοδιασμού του μελλοντικού πολίτη με δεξιότητες ΥΣ και η συνέχιση της διοργάνωσης του διαγωνισμού Bebras θα συμβάλει στην κατεύθυνση αυτή. Μετά την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την πρώτη, πιλοτική διοργάνωση του διαγωνισμού στην Ελλάδα, θα γίνει προσπάθεια αξιοποίησης των θεμάτων για την ενημέρωση και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, οι οποίοι, παρά την αναγνώριση της σημασίας και της παιδαγωγικής αξίας της ΥΣ και την πρόθεσή τους να την ενσωματώσουν στην παιδαγωγική τους πρακτική, παρουσιάζουν σύγχυση σχετικά με τις επιμέρους διαστάσεις και πρακτικές που την αποτελούν (Πραντσούδη, Φεσάκης & Μαυρουδή, 2018; Corradini et al., 2017; Ling et al., 2017). Οι εκπαιδευτικοί θα κληθούν να αξιοποιήσουν το παρεχόμενο εκπαιδευτικό υλικό με κάθε πρόσφορο τρόπο για την εμπλοκή των μαθητών με τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη ΥΣ, ενώ θα γίνει και προσπάθεια δημιουργίας μιας Ελληνικής Κοινότητας Εκπαιδευτικών για τον Bebras-Κάστορα. Σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής, στόχο της οργανωτικής επιτροπής αποτελεί η ενημέρωση των φορέων χάραξης εκπαιδευτικών πολιτικών και η προσπάθεια εξεύρεσης υποστηρικτών και χορηγών για την πραγματοποίηση της διοργάνωσης. Η συμμετοχή στα επόμενα εργαστήρια θεμάτων και οι

μελλοντικές διοργανώσεις του διαγωνισμού κατέχουν τις κορυφαίες θέσεις των προτεραιοτήτων, στο γενικότερο πλαίσιο της προσπάθειας ενημέρωσης της εκπαιδευτικής κοινότητας σχετικά με την ΥΣ και τις δυνατότητες που αυτή προσφέρει.

7. ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν άρθρο αρχικά παρουσιάστηκε επιστημολογική και ιστορική προσέγγιση της έννοιας της Υπολογιστικής Σκέψης, καθώς και της ανάδυσής αυτής μέσα από την διάδραση της Πληροφορικής με τις άλλες επιστήμες. Η Υπολογιστική Σκέψη αναδύεται μέσα από την εφαρμογή της εννοιών και πρακτικών της Πληροφορικής για την επίλυση προβλημάτων σε άλλα επιστημονικά πεδία, διαμορφώνοντας έτσι την Υπολογιστική Επιστήμη (Computing Sciences). Η επικράτηση της άποψης ότι η επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος στη σύγχρονη εποχή προϋποθέτει ανεπτυγμένη ικανότητα ΥΣ ανέδειξε την στρατηγική σημασία της ΥΣ και είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας σειράς ενεργειών και πολιτικών για την προώθηση της διεθνώς (π.χ. high performance computing centers). Στο πεδίο της εκπαίδευσης, η έννοια της ΥΣ επανήλθε στο προσκήνιο το 2006 με αφορμή τις σχετικές εργασίες της Wing και αποτέλεσε βασικό εννοιολογικό όχημα για τον ρόλο της Πληροφορικής στην γενική εκπαίδευση. Ενώ η συζήτηση για το νόημα της ΥΣ βρίσκεται ακόμη σε εξέλιξη, έχει αναπτυχθεί ένα σύνολο διεθνών πρωτοβουλιών μεγάλης έκτασης για την εισαγωγή της ΥΣ στη εκπαίδευση. Στη χώρα μας τα επίσημα ΠΣ στη γενική εκπαίδευση είναι συμβατά με την έννοια της ΥΣ και υποστηρίζουν την καλλιέργειά της. Ιδιαίτερα η οδηγία για τη διάθεση του 30% του συνολικού χρόνου διδασκαλίας των μαθημάτων Πληροφορικής, από το Νηπιαγωγείο έως και την Γ' Γυμνασίου, σε μαθησιακά Project επιλογής των εκπαιδευτικών, επιτρέπει την ενασχόληση με διαστάσεις και έννοιες της ΥΣ άμεσα ή έμμεσα π.χ. μέσω της εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Ωστόσο, για την αποτελεσματική και ολοκληρωμένη ενσωμάτωση της ΥΣ στην εκπαίδευση, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση σε τομείς όπως η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η διαθεσιμότητα ειδικού εκπαιδευτικού υλικού. Μεταξύ των διαθέσιμων πρωτοβουλιών για την προώθηση της ΥΣ οι συγγραφείς επέλεξαν να διοργανώσουν στην Ελλάδα τον μαθητικό διαγωνισμό Πληροφορικής και Υπολογιστικής Σκέψης «Κάστορας» - Bebras GR. Ο διαγωνισμός επιλέχθηκε, μεταξύ άλλων, λόγω της σχετικής ευκολίας ένταξης και προώθησής του στα σχολεία και εκτός αυτών, στα πλαίσια της προσπάθειας ευαισθητοποίησης μαθητών, εκπαιδευτικών και γονέων για την ΥΣ, χωρίς να απαιτείται προηγούμενη διδασκαλία ή εκτεταμένη προετοιμασία. Η διεθνής κοινότητα που επιβλέπει την διοργάνωση των εθνικών διαγωνισμών παρέχει ένα εκτεταμένο αποθετήριο με υψηλής ποιότητας θέματα, το οποίο ανανεώνεται διαρκώς μέσω της συνεργασίας των μελών της κοινότητας. Τα θέματα αυτά αποτελούν πολύτιμο πόρο, τόσο για την εκπαίδευση μαθητών και μαθητριών, όσο και για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Η πρώτη, πιλοτική, διοργάνωση του διαγωνισμού στην Ελλάδα είχε ενθαρρυντικά αποτελέσματα και η οργανωτική επιτροπή δέχτηκε θετική ανατροφοδότηση από τους συμμετέχοντες. Παρά τις δυσκολίες διοργάνωσης, η πλειοψηφία μαθητών και εκπαιδευτικών αντιμετώπισε με ενθουσιασμό την εμπειρία της προετοιμασίας, της συμμετοχής στον διαγωνισμό, και τον επακόλουθο αναστοχασμό με τις λύσεις των θεμάτων. Η οργανωτική επιτροπή του διαγωνισμού στοχεύει να συνεχίσει να διοργανώνει τον διαγωνισμό και να βελτιώνει την υλοποίηση του στην χώρα μας. Επίσης, θα γίνει προσπάθεια συνδυασμού της διοργάνωσης με άλλες δράσεις ανάπτυξης της ΥΣ στην Ελληνική εκπαίδευση και διεθνώς. Στις άμεσες προτεραιότητες της οργανωτικής επιτροπής εντάσσεται και η δημιουργία και η καλλιέργεια της ελληνικής κοινότητας «Bebras», προκειμένου να διευκολυνθεί η βιώσιμη διοργάνωση του διαγωνισμού και να μεγιστοποιηθεί η επίδρασή του στην εκπαιδευτική κοινότητα και όχι μόνο. Τον σκοπό αυτό εξυπηρετεί και η παρούσα εισήγηση στο 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ του e-diktyo, την οργανωτική επιτροπή του οποίου ευχαριστούμε για την πρόσκληση.

8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Abbott, B. P. (et al. LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) (2016). Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. *Physical Review Letters*, 116(6). American Physical Society. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102>

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework - Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, Part B, 661–670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>

Barcelos, T. S., & Silveira, I. F. (2012). Teaching Computational Thinking in initial series: An analysis of the confluence among mathematics and Computer Sciences in elementary education and its implications for higher education. In *2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI)*, pp. 1–8. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2012.6427135>

Barr, 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(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>

Bebras Board (2015). Bebras Community Statutes, RC 3, May 21, 2015.

Bellettini, C., Carimati, F., Lonati, V., Macoratti, R., Malchiodi, D., Monga, M., & Morpurgo, A. (2018). A Platform for the Italian Bebras. In *CSEDU* (1), 350-357.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *AERA2012 - annual meeting of the American Educational Research Association*. Vancouver, Canada.

Cameron L., (2018). *What to Know About the Scientist Who Invented the Term "Software Engineering"*. IEEE Computer Society. Διαθέσιμο στο <https://www.computer.org/publications/tech-news/events/what-to-know-about-the-scientist-who-invented-the-term-software-engineering>

Carnegie Mellon University Center for Computational Thinking <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/index.html>, τελευταία πρόσβαση: Φεβρουάριος, 24, 2019.

CISE. *Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education (CPATH)*. Ανακτήθηκε, Ιανουάριος 12, 2019, από http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=500025

Csizmadia, A., Curzon P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking: a guide for teachers. Ανακτήθηκε, Φεβρουάριος 12, 2019, από <https://community.computingatschool.org.uk>

CSTA. (2016). *A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee*. Ανακτήθηκε, Φεβρουάριος 9, 2019, από <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/K-12ModelCurr2ndEd.pdf>

Computer Science Teachers Association (CSTA), & International Society for Technology in Education (ISTE) (2011). *Computational Thinking: Leadership Toolkit (1st ed.)*. Ανακτήθηκε, Μάρτιος 2, 2019, from <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>

- Corradini, I., Lodi, M., Nardelli, E. (2017). Conceptions and Misconceptions About Computational Thinking Among Italian Primary School Teachers. In *Proceedings of the 2017 ACM ICER*, pp. 136–144.
- Cuny, J. (2011). Transforming Computer Science Education in High Schools. *Computer*, 44(6), 107–109. <https://doi.org/10.1109/MC.2011.191>
- Dagienė, V. (2005). Competition in information technology: an informal learning. *Digital Tools for Lifelong Learning*, Warsaw, Poland, 28-31 August, pp. 228-234.
- Dagienė, V. (2006). Information technology contests – introduction to computer science in an attractive way. *Informatics in Education*, 5(1), 37-46.
- Dagienė, V. (2010). Sustaining informatics education by contests. In *Proceedings of ISSEP 2010*, volume 5941 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 1–12, Zurich, Switzerland. Springer.
- Dagienė, V., & Sentance, S. (2016). It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum. In *Proceedings of ISSEP 2016, volume 9973 of Lecture Notes in Computer Science*, pp. 28–39, Cham. Springer.
- Dagienė, V., Sentance, S. & Stupurienė G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28 (1), 23-44.
- Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2016). Bebras – a Sustainable Community Building Model for the Concept Based Learning of Informatics and Computational Thinking. *Informatics in Education*, 15(1), 25-44. <https://doi.org/10.15388/infedu.2016.02>
- Denning, P. (2009). The Profession of IT Beyond Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 52 (6), 28-30.
- Denning, P. J., & Martell, C. H. (2015). *Great principles of computing*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- EC-COM (2018) 22: On the Digital Education Action Plan.
- EC-COM (2018) 24: Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning.
- Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., & Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M. S. Khine (Ed.) (2018). *Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights*. Switzerland: Springer.
- Fessakis, G. & Prantsoudi, S. (2019). Computer Science Teachers' Perceptions, Beliefs and Attitudes on Computational Thinking in Greece. *Informatics in Education* (in press).
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K–12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Grigas, G. (1993). An experiment of computer programming practice by e-mail. *Interpersonal Computing and Technology*, 1(2), 1-10.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.
- Gudzial, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25-27.
- Haberman, B., Cohen, A., & Dagienė, V. (2011). The beaver contest: Attracting youngsters to study computing. In *Proceedings of ITiCSE 2011*, pp. 378–378, Darmstadt, Germany: ACM.

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: ACM Press.

Hoover, A. K., Barnes, J., Fatehi, B., Moreno-León, J., Puttick, G., Tucker-Raymond, E., & Hartevelde, C. (2016). Assessing Computational Thinking in Students' Game Designs. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, pp. 173–179. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2968120.2987750>

Isbell, C., Stein, L., et al. (2009). (Re)Defining Computing Curricula by (Re)Defining Computing. *ACM SIGCSE Bulletin* 41(4), 195-207. <https://doi.org/10.1145/1709424.1709462>

International Society for Technology in Education (ISTE) & Computer Science Teachers Association (CSTA) (2011). *Computational Thinking: Teacher Resources. Second Edition*. Ανακτήθηκε, Δεκέμβριος 11, 2018, από http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-teacher-resources_2ed-pdf.pdf?sfvrsn=2

Kadanoff, L. P. (2013). Kenneth Geddes Wilson (1936–2013) Nobel-prizewinning physicist who revolutionized theoretical science. *Nature International Journal of Science*, 500 (30).

Kalelioglu, F., Gulbahar, Y. & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583–596.

Katz, L. G., & Chard S. C. (1992). *Engaging Children's Minds: the Project Approach*. Norwood, NJ, Ablex.

Lee, E. A. (2018). Modeling in engineering and science. *Communications of the ACM*, 62(1), 35–36.

Lee, I., Martin, F., & Apone, K. (2014). Integrating Computational Thinking Across the K–8 Curriculum. *ACM Inroads*, 5(4), 64–71. <https://doi.org/10.1145/2684721.2684736>

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almughyrah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 860–876. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9628-2>

Ling, U. L., Saibin, T. C., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2017). Preliminary Investigation: Teachers' Perception on Computational Thinking Concepts. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9(2–9), 23–29.

Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a Computational Thinking Test using Bebras problems, In: A. Piotrkowicz, R. Dent-Spargo, S. Dennerlein, I. Koren, P. Antoniou, P. Bailey, T. Treasure-Jones, I. Fronza, C. Pahl (eds.): *Joint Proceedings of the CC-TEL 2018 and TACKLE 2018 Workshops, co-located with 13th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2018)*, 03-09-2018, published at <http://ceur-ws.org>

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: what is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61.

Mannila, L., Dagienė, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014). Computational Thinking in K-9 Education. In *Proceedings of the Working Group Reports of the 2014 on Innovation & Technology in Computer Science Education Conference* (pp. 1–29). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2713609.2713610>

MIT News (2019). *Astronomers capture first image of a black hole*. <http://news.mit.edu/2019/eht-astronomers-direct-image-black-hole-0410>

Miramontes, P. (1989). DNA and RNA Physicochemical Constraints, Cellular Automata and Molecular Evolution. Speech in *Cellular Automata: Theory and Applications workshop*. Los Alamos, New Mexico.

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). *Mental storms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Translation: Stamatiou E. Athens: Odysseas.

Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1): 95-123. Ανακτήθηκε Ιανουάριος 21, 2019, από <http://www.papert.org/articles/AnExplorationintheSpaceofMathematicsEducations.html>

Rodriguez, B., Kennicutt, S., Rader, C., & Camp, T. (2017). Assessing Computational Thinking in CS Unplugged Activities. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 501–506). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017779>

Rose, S., Habgood, J., & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children’s computational thinking. *El. Journal of e-learning*, 15(4), 297-309.

Rosenbloom, P. (2004). A new framework for computer science and engineering. *Computer*, 37(11), 31-36. <https://doi.org/10.1109/MC.2004.186>

Royal Society (2012). *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. Ανακτήθηκε Ιανουάριος 11, 2019, από http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/education/policy/computing-in-schools/2012-01-12-Computing-in-Schools.pdf

Schofield, J. (1995). *Computers and Classroom Culture*. Cambridge University Press: Cambridge, Massachusetts.

Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational thinking, pedagogy of programming, and bloom’s taxonomy. In *Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education* (pp. 80-87). New York: ACM.

Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton (E-prints).

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351–380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>

Straw, S., Bamford, S., & Styles, B. (2017). Randomised controlled trial and process evaluation of code clubs. *Technical Report CODE01, National Foundation for Educational Research*. Διαθέσιμο στο: <https://www.nfer.ac.uk/publications/CODE01>

Tedre, M., & Denning, P. J. (2016). The Long Quest for Computational Thinking. In *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 120–129). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2999541.2999542>

The Bebras Community (2017). *The Bebras international challenge on informatics and computational thinking*. <https://bebras.org>

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L. & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147.

Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The Fairy Performance Assessment: Measuring Computational Thinking in Middle School. In *Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 215–220). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2157136.2157200>

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 of Carnegie Mellon University's School of Computer Science*. Ανακτήθηκε Ιανουάριος 18, 2019, από <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.

Wu, M. L., & Richards, K. (2011). Facilitating Computational Thinking Through Game Design. In *Proceedings of the 6th International Conference on E-learning and Games, Edutainment Technologies* (pp. 220–227). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1145/2576872>

Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011). Introducing Computational Thinking in Education Courses. In *Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 465–470). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1953163.1953297>

Διαρκής Επιτροπή Μορφωτικών Υποθέσεων της Βουλής - ΔΕΜΥΒ (2016). *Εθνικός και κοινωνικός διάλογος. Διαπιστώσεις, προτάσεις και χρονοδιάγραμμα υλοποίησης*. Ανακτήθηκε από https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2016/morfotikwn_porisma.pdf

Πραντσούδη, Σ., Φεσάκης, Γ., & Μαυρουδή Ε. (2018). Αντιλήψεις, πεποιθήσεις και στάσεις εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την Υπολογιστική Σκέψη. Στο Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), *Πρακτικά του 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»* (σ. 86-93) ΑΠΘ-ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018.

Φεσάκης, Γ. (2018). *Εισαγωγή στις εφαρμογές των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση: Από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην Ψηφιακή Ικανότητα και την Υπολογιστική Σκέψη*. Εκδόσεις Gutenberg.