

Η Συμβολή της Υπολογιστικής Σκέψης στην Προετοιμασία του Αυριανού Πολίτη

Ισαβέλλα Κοτίνη¹, Σοφία Τζελέπη²

Σχολικοί Σύμβουλοι Πληροφορικής Κεντρικής Μακεδονίας
¹ikotini@sch.gr, ²stzelepi@sch.gr

Περίληψη

Η ραγδαία εξέλιξη των τεχνολογικών εξελίξεων καθώς και των απαιτήσεων της κοινωνίας, καθιστά την υπολογιστική σκέψη θεμελιώδες εφόδιο για τον σύγχρονο άνθρωπο. Η προσέγγιση αυτή δεν πρέπει να αφήσει αδιάφορο τον χώρο της εκπαίδευσης, ο οποίος θα κληθεί να ενσωματώσει στην εκπαιδευτική διαδικασία τη νέα αυτή αντίληψη με σκοπό την καλύτερη προετοιμασία του αυριανού πολίτη. Στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, οι ικανότητες που συμπεριλαμβάνονται στην Υπολογιστική Σκέψη μπορούν να καλλιεργηθούν και να ενισχυθούν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Στην προσπάθεια αυτή, η συνεργασία της εκπαιδευτικής κοινότητας με την επιστημονική κοινότητα της Επιστήμης των Υπολογιστών θεωρείται ζωτικής σημασίας.

Λέξεις κλειδιά: Υπολογιστική Σκέψη, Επιστήμη των Υπολογιστών, Εκπαίδευση

1. Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή, στο Διαδίκτυο διατίθενται πολλές εφαρμογές και τεχνικές, με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας του ανθρώπου. Για να μπορεί όμως ένας άνθρωπος να χρησιμοποιήσει με κατάλληλο τρόπο τις εφαρμογές και τις τεχνικές ενός υπολογιστή, πρέπει να διαθέτει συγκεκριμένες ικανότητες-δεξιότητες. Μια δεξιότητα είναι η χρήση βασικών εφαρμογών όπως ο επεξεργαστής κειμένου, και ο φυλλομετρητής. Αυτές οι δεξιότητες περιγράφονται σαν **τεχνολογικός γραμματισμός**. Μια άλλη ικανότητα είναι η κατανόηση σε βάθος του τρόπου λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος, η οποία περιγράφεται σαν **ευχέρεια υπολογιστών**. Παρόλο που ο τεχνολογικός γραμματισμός και η υπολογιστική ευχέρεια είναι απαραίτητες, δεν είναι επαρκείς για να μπορεί ένας άνθρωπος να κατανοήσει σε βάθος τη δυναμική που αναπτύσσεται από τον ανθρώπινο εγκέφαλο κατά τη διάρκεια υπολογισμών, με σκοπό την αύξηση της δημιουργικότητάς του. Ένας επαγγελματίας πρέπει να διαθέτει ένα σύνολο από διανοητικές και λογικές ικανότητες που μπορεί να χρησιμοποιήσει πάνω σε πεδία όπως η οικονομία, η τέχνη, η επιστήμη, οι ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες [Ρεγκονιό (2010)]. Αυτό το σύνολο κρίσιμων ικανοτήτων ονομάστηκε **Υπολογιστική Σκέψη** σε άρθρο της Wing [Wing (2006)].

Η Υπολογιστική Σκέψη δεν αποτελεί νέα έννοια: πολλά στοιχεία της είναι τόσο παλιά, όπως και τα μαθηματικά (π.χ. ο αλγόριθμος εύρεσης του μεγίστου κοινού διαιρε-

τή από τον Ευκλείδη). Η Υπολογιστική Σκέψη έχει επεκταθεί από τους επιστήμονες των Υπολογιστών με σκοπό την ανάπτυξη εφαρμογών και σε άλλα επιστημονικά πεδία. Οι συγγραφείς του άρθρου [Denning et al. (2009)] ισχυρίζονται ότι η τέταρτη κατηγορία επιστημών μετά τις Φυσικές Επιστήμες, τις Κοινωνικές Επιστήμες και τις Επιστήμες Ζωής, είναι οι Υπολογιστικές Επιστήμες. Επιπλέον, η Wing ισχυρίζεται στο άρθρο της [Wing (2006)] ότι «οι ιδέες της αφαίρεσης, τα επίπεδα αφαίρεσης και αυτοματισμού είναι μερικές από τις θεμελιώδεις έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών που έχουν χρησιμοποιηθεί και έχουν αποδώσει στις Φυσικές Επιστήμες, στις Κοινωνικές Επιστήμες, καθώς και στα οικονομικά», ενώ υποστηρίζει ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια προκύπτουσα βασική ικανότητα η οποία θα πρέπει να γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης των παιδιών μαζί με την ανάγνωση, τη γραφή και την αριθμητική.

2. Υπολογιστική Σκέψη

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από την ιδιαίτερα μεγάλη ανάπτυξη των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η ραγδαία εξέλιξη των υπολογιστών, ειδικά σε ότι αφορά την απόδοση και τη λειτουργικότητα του υλικού αλλά και του λογισμικού, οδήγησε σε νέες περιοχές εφαρμογών και τρόπους αξιοποίησής τους με σκοπό την παροχή αποδοτικότερων και ασφαλέστερων συστημάτων υποστήριξης της ανθρώπινης δραστηριότητας. Παράλληλα όμως, η αύξηση της πολυπλοκότητας από την εισαγωγή εξελιγμένης τεχνολογίας σε ευρείας κλίμακας αυτοματοποιημένα συστήματα κάνει αναγκαία τη χρήση εργαλείων βασισμένων σε υπολογιστές για την υποστήριξη των διαδικασιών σχεδιασμού, υλοποίησης, ελέγχου, επίβλεψης και διάγνωσης αυτών των συστημάτων. Για να μπορεί ένα άτομο να χρησιμοποιήσει τέτοιου είδους εργαλεία, να σχεδιάσει συστήματα, να προβλέψει τη συμπεριφορά των συστημάτων και να τα μοντελοποιήσει, θα πρέπει να διαθέτει ικανότητες όπως η Υπολογιστική Σκέψη [Wing (2006)], [Denning (2009)], [Henderson (2009)].

Η Υπολογιστική Σκέψη δεν είναι μια καινούργια ιδέα. Η Αλγοριθμική Σκέψη άνησε στις δεκαετίες του 50 και του 60 αποσκοπώντας κυρίως από τη μια στην τυποποίηση προβλημάτων μετατροπής εισόδων σε εξόδων και από την άλλη στην αναζήτηση βέλτιστων αλγοριθμικών λύσεων αυτών των μετατροπών. Η Υπολογιστική Σκέψη έχει επεκταθεί σαν έννοια και περιλαμβάνει σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, τη χρήση μαθηματικών στην ανάπτυξη αλγόριθμων και την εξέταση της πολυπλοκότητας της λύσης ανάλογα με το μέγεθος των προβλημάτων [Denning (2009)]. Επιπρόσθετα, η Υπολογιστική Σκέψη στηρίζεται στις διαδικασίες υπολογισμού που χρησιμοποιούνται στην επίλυση προβλημάτων. Η τεχνική που χρησιμοποιείται στη διαχείριση της πολυπλοκότητας ενός συστήματος είναι η αφαίρεση. Η διαδικασία της αφαίρεσης μπορεί να πάρει πολλές μορφές όπως η μοντελοποίηση, η ανάλυση και η γενίκευση. Επομένως, είναι μια θεμελιώδης διαδικασία και για αυτό το λόγο κάθε άτομο στο μέλλον και επομένως κάθε παιδί στο παρόν, εκτός από τις ικανότητες της

γραφής, της ανάγνωσης, της αριθμητικής θα πρέπει να διαθέτει και ικανότητες Υπολογιστικής Σκέψης.

Οι σχετικές με την Υπολογιστική Σκέψη ικανότητες αφορούν μεταξύ άλλων την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων, την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς στη βάση βασικών εννοιών και εργαλείων της Επιστήμης των Υπολογιστών [Wing (2006)]. Για παράδειγμα, όταν κάποιος προσπαθήσει να λύσει ένα πρόβλημα πρέπει να απαντήσει σε ερωτήματα όπως: πόσο δύσκολο είναι στην επίλυσή του; ποιος είναι ο ταχύτερος τρόπος (αλγόριθμος) για να λυθεί; Η επιστήμη των υπολογιστών μπορεί να δώσει απαντήσεις που στηρίζονται σε στέρεα θεωρητικά θεμέλια, όπως η πολυπλοκότητα χρόνου και η ασυμπτωτική ανάλυση. Επίσης, το μοντέλο της μηχανής Turing αποτελεί μέχρι σήμερα το όριο του τι υπολογίζεται ή δεν υπολογίζεται. Τα προβλήματα σύμφωνα με τη θεωρία πολυπλοκότητας ταξινομούνται ανάλογα με τη δυσκολία επίλυσής τους. Τα υπολογιστικά δύσκολα προβλήματα, ανάλογα με την εφαρμογή στην οποία συναντάται το κάθε πρόβλημα, μπορούν να αντιμετωπισθούν με εναλλακτικούς τρόπους, όπως μια προσεγγιστική λύση. Για να επιλυθεί ένα πρόβλημα αποδοτικά, θα πρέπει, όμως, να αναρωτηθούμε αν μια προσεγγιστική λύση είναι αρκετά ακριβής· δηλαδή αν μπορούμε να αξιοποιήσουμε την τυχαιότητα προς όφελός εύρεσης λύσης, καθώς και αν επιτρέπονται μικρά σφάλματα ή όχι. Αυτό γίνεται ακόμη πιο σαφές όταν αναφερόμαστε σε εγκαταστάσεις εργοστασίων, συστήματα ελέγχου κυκλοφορίας, κ.ά. Σε αυτά τα συστήματα, μερικά λάθη κατά τη λειτουργία τους μπορεί να προκαλέσουν καταστροφική απώλεια χρημάτων, χρόνου ή ακόμα και ανθρώπινων ζωών [Clarke et al.(1996)].

Η Υπολογιστική Σκέψη περιλαμβάνει τη χρήση της αφαίρεσης, τη διάσπαση ενός προβλήματος σε απλούστερα, τη χρήση ευρετικών μεθόδων, τον χρονοπρογραμματισμό ενός έργου, τη χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων κ.α. Στη συνέχεια, αναφέρονται σχετικά χαρακτηριστικά της Υπολογιστικής Σκέψης. Το πρώτο χαρακτηριστικό είναι η σύλληψη εννοιών, η οποία προϋποθέτει σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης. Οι έννοιες που χρησιμοποιούνται στην Επιστήμη των Υπολογιστών, ως υπολογιστικές έννοιες για την επίλυση προβλημάτων, έχουν εισβάλει στην καθημερινότητα και θεωρούνται απαραίτητες τόσο στην επικοινωνία όσο και στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων. Το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ότι η Υπολογιστική Σκέψη αποτελεί μια θεμελιώδη και απαραίτητη ικανότητα, που κάθε άνθρωπος πρέπει να κατέχει στη σημερινή κοινωνία. Το τρίτο χαρακτηριστικό είναι ότι συνδυάζει τη μαθηματική σκέψη με τη σκέψη του μηχανικού. Η Επιστήμη των Υπολογιστών βασίζεται στα μαθηματικά, όπως και όλες οι τεχνικές επιστήμες, όμως παράλληλα ελέγχει συστήματα τα οποία αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο (real time systems, hybrid systems, embedded systems), με αποτέλεσμα να απαιτείται συνδυασμός μηχανικής και μαθηματικής σκέψης. Τέταρτο χαρακτηριστικό είναι ότι στην ουσία αφορά τον τρόπο με τον οποίο σκέπτονται οι άνθρωποι και όχι οι υπολογιστές. Οι άνθρωποι είναι δημιουργικοί οι υπολογιστές όχι.

Είναι λοιπόν σαφές, σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, ότι η Υπολογιστική Σκέψη πρέπει να αναπτυχθεί σε πρώιμο ηλικιακό στάδιο του ανθρώπου. Θεωρούμε ότι η ανάπτυξη και καλλιέργεια αυτής της ικανότητας θα πρέπει να διακατέχει όλο το φάσμα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

2.1 Υπολογιστική Σκέψη στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Τα τελευταία χρόνια, στο εξωτερικό ο τομέας της εκπαίδευσης έχει αρχίσει να ενδιαφέρεται για την ανάπτυξη κατάλληλων διδακτικών και παιδαγωγικών στρατηγικών ενσωμάτωσης διαδικασιών καλλιέργειας και ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης στο εκπαιδευτικό σύστημα [Brennan et al. (2012)], [Yadav et al. (2011)], [Barr et al. (2011)], [Lee et al. (2011)], [Lu et al. (2009)]. Σε ορισμένα εκπαιδευτικά ιδρύματα η Υπολογιστική Σκέψη διατρέχει τα προγράμματα σπουδών όχι μόνο της Πληροφορικής αλλά και των άλλων Επιστημονικών Κλάδων. Η Υπολογιστική Σκέψη θεωρείται κάτι πολύ περισσότερο από απλή χρήση των υπολογιστών και της τεχνολογίας. Αποτελεί μια νέα φιλοσοφία αντιμετώπισης προκλήσεων της κοινωνίας μας για τα επόμενα χρόνια και εφαρμόζεται σε κάθε είδους Συλλογιστική. Και αυτή είναι και η δύναμή της. Παρόλο αυτά, δεν υπάρχει απόλυτη σύγκλιση απόψεων της επιστημονικής κοινότητας για το τι περιλαμβάνει η υπολογιστική σκέψη και ακόμη λιγότερη σύγκλιση σχετικά με τις στρατηγικές για την ενίσχυση και αξιολόγηση της ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης στους μαθητές καθώς και το ρόλο που διαδραματίζουν σε αυτήν την ανάπτυξη το γενικότερο πλαίσιο και τα κίνητρα.

Όλοι όμως συμφωνούν στο γεγονός ότι η Υπολογιστική Σκέψη δεν είναι αποκλειστικό προνόμιο της Πληροφορικής. Περιλαμβάνει μια σειρά από προσεγγίσεις και δεξιότητες που μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Προσφέρει ευκαιρίες για να δημιουργηθεί μια νέα σχέση με επιστήμονες από άλλους χώρους, προσφέροντας τους τις θεμελιώδεις αρχές της Επιστήμης των Υπολογιστών και τον τρόπο χρησιμοποίησης των αρχών αυτών στα δικά τους επιστημονικά πεδία [Denning (2009)].

Η Υπολογιστική Σκέψη πρέπει να αποτελεί για τους μαθητές μια νέα φιλοσοφία προσέγγισης όχι μόνο της επίλυσης των επιστημονικών προβλημάτων αλλά και των προκλήσεων της καθημερινότητάς τους [Yadav et al. (2011)]. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμόζουν τις διαδικασίες ελέγχου και εκσφαλμάτωσης, γνωστές και οικείες σε αυτούς από τον χώρο του Προγραμματισμού, όχι μόνο στην προσπάθειά τους να εντοπίσουν και να διορθώσουν τα συντακτικά λάθη των προγραμμάτων τους, αλλά και στην προσπάθειά τους να αντιμετωπίσουν το σενάριο του φωτιστικού του γραφείου τους, που δεν λειτουργεί κατά την επιστροφή τους από το σχολείο ενώ λειτουργούσε το πρωί. Τα ημιδομημένα προβλήματα, η πολυπλοκότητα της λύσης και η εύρεση της βέλτιστης λύσης απαντώνται σε όλες τις εκφάνσεις της καθημερινής ζωής και μαθητές με ενισχυμένες τις ικανότητες της Υπολογιστικής Σκέψης ξεκινούν

την σταδιοδρομία τους σε επαγγελματικό και προσωπικό επίπεδο με ένα σημαντικό προβάδισμα.

Οι ικανότητες και οι έννοιες που συμπεριλαμβάνονται στην Υπολογιστική Σκέψη μπορούν να καλλιεργηθούν και να ενισχυθούν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα μέσω κατάλληλων μεθόδων και τρόπων διδασκαλίας [Bagg et al. (2011)]. Η ανάλυση, συλλογή και αναπαράσταση δεδομένων, η διάσπαση του προβλήματος σε υποπροβλήματα, η αφαίρεση, οι αλγόριθμοι και οι διαδικασίες, η αυτοματοποίηση και η προσομοίωση ενσωματώνονται και σε άλλα επιστημονικά πεδία πέραν αυτού της Πληροφορικής. Για παράδειγμα, κάθε φορά που ζητείται από τους μαθητές στα μαθήματα Γλώσσας να γράψουν μια ιστορία χρησιμοποιώντας παρομοιώσεις και αλληγορίες ή να συνοψίσουν και να εξάγουν συμπεράσματα από γεγονότα στα μαθήματα των Κοινωνικών Επιστημών ή να κατασκευάσουν ένα μοντέλο για ένα φυσικό φαινόμενο στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών ή να χρησιμοποιήσουν μεταβλητές στην Άλγεβρα, τους δίνεται η δυνατότητα να ασκήσουν και να αναπτύξουν την αφαιρετική τους ικανότητα σε πολλαπλά επίπεδα.

Πιο συγκεκριμένα, στο χώρο της Πληροφορικής οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τους βασικούς τομείς της Υπολογιστικής Σκέψης συμμετέχοντας ενεργά σε αυθεντικές, διερευνητικές, ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες, που έχουν νόημα για τους ίδιους, αξιοποιούν το γνωστικοπολιτιστικό τους υπόβαθρο και εστιάζονται στην μοντελοποίηση, στην προσομοίωση, στην ρομποτική καθώς και στην ανάπτυξη και στον σχεδιασμό αλληλεπιδραστικών πολυμέσων [Lee et al. (2011)], [Brennan et al. (2012)]. Δραστηριότητες που επικεντρώνονται στη διαδικασία της σκέψης και της μάθησης και δίνουν βαρύτητα όχι στο τι μαθαίνουν οι μαθητές αλλά πως μαθαίνουν, μετατρέπουν τους μαθητές από χρήστες και καταναλωτές της τεχνολογίας σε δημιουργούς και αυτό-εκφραστές. Η εποικοδομητική αυτή προσέγγιση αντιμετωπίζει την τεχνολογία ως μέσο ανάπτυξης και ενίσχυσης της Υπολογιστικής Σκέψης.

Οι Karen Brennan και Mitchel Resnick εστιάζονται στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης μέσω προγραμματιστικών δραστηριοτήτων σε Scratch [Brennan et al. (2012)]. Ο ορισμός της Υπολογιστικής Σκέψης στο πλαίσιο σχεδιασμού και ανάπτυξης αλληλεπιδραστικών πολυμέσων σε Scratch εμπερικλείει τρεις βασικές διαστάσεις: τις υπολογιστικές έννοιες (δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης, γεγονότα, ταυτόχρονη εκτέλεση, δεδομένα, τελεστές), τις υπολογιστικές πρακτικές (αξιολόγηση και ανατροφοδότηση, δοκιμή και εκσφαλμάτωση, επαναχρησιμοποίηση και συνδυασμός, αφαίρεση και μοντελοποίηση) και τις υπολογιστικές προοπτικές (δυνατότητες έκφρασης, συνεργασία και προβληματισμών). Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών αξιολογείται με βάση τρεις αλληλοσυμπληρωμένες προσεγγίσεις: i) τον ατομικό φάκελο των έργων, ii) τη συνέντευξη σε θέματα που σχετίζονται με την δημιουργία έργων, την online κοινότητα, τις προτιμήσεις, τα ενδιαφέροντα και τις πρακτικές καθώς και iii) τις δυνατότητες παρουσίασης, κριτικής, εκσφαλμάτωσης και επέκτασης δοθέντων σεναρίων.

Στο άρθρο του Lee [Lee et al. (2011)], οι προτεινόμενες δραστηριότητες είναι κλιμακούμενης δυσκολίας, έχουν την τρισδιάστατη μορφή χρήση – τροποποίηση – δημιουργία και υλοποιούνται σε πλούσια μαθησιακά περιβάλλοντα μάθησης υπό την φθίνουσα καθοδήγηση των εκπαιδευτικών. Αρχικά, οι μαθητές διεξάγουν πειράματα με προ-υπάρχοντα μοντέλα, εκτελούν ένα πρόγραμμα που ελέγχει ένα ρομπότ ή παίζουν ένα έτοιμο παιχνίδι στον υπολογιστή. Με την πάροδο του χρόνου αρχίζουν να τροποποιούν το μοντέλο, το παιχνίδι ή το πρόγραμμα αυξάνοντας την πολυπλοκότητα του. Στη συνέχεια, οι μαθητές δημιουργούν τα δικά τους έργα και αναπτύσσουν τις δικές τους ιδέες μέσω μιας σειράς επαναληπτικών διαδικασιών ελέγχου, ανάλυσης και βελτιώσεων. Το πέραςμα από το στάδιο της τροποποίησης στο στάδιο της δημιουργίας πρωτότυπων και πολύπλοκων έργων προϋποθέτει μαθητές με αυξημένα επίπεδα ικανοτήτων παρουσίασης, ανάλυσης και κατανόησης αφηρημένων εννοιών. Η συμμετοχή των μαθητών σε σταδιακά πιο πολύπλοκα καθήκοντα, τους καθιστά υπεύθυνους για την πορεία της μάθησής τους και αυξάνει την αυτοεκτίμησή τους. Με πεδία εφαρμογής αυτά της μοντελοποίησης, της προσομοίωσης, της ρομποτικής καθώς και του σχεδιασμού και της ανάπτυξης παιχνιδιών δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν τον υπολογιστικό τρόπο σκέψης μέσα από διαδικασίες αφαίρεσης, ανάλυσης και αυτοματοποίησης.

Στον τομέα της μοντελοποίησης και της προσομοίωσης οι μαθητές ξεκινώντας από μία κατάσταση – πρόβλημα, σχεδιάζουν και αναπτύσσουν το αντίστοιχο μοντέλο, το διερευνούν, το ελέγχουν, το τροποποιούν, το επεκτείνουν και το αντιπαραβάλλουν με άλλα αντίστοιχα μοντέλα, αυτά των συμμαθητών τους. Επιλέγουν να αναπαραστήσουν εκείνα τα στοιχεία και τους παράγοντες που κρίνουν ως τα πιο σημαντικά για την μελέτη της κατάστασης. Υποβάλουν σε έλεγχο την πληρότητα και την ορθότητα των θεωριών τους και των παραδοχών τους. Αναπαριστώντας μία αυθεντική κατάσταση – πρόβλημα και παραμετροποιώντας, διορθώνοντας και βελτιώνοντας το αντίστοιχο μοντέλο οι μαθητές εξοικειώνονται με τις διαδικασίες της αναλυτικής, αφαιρητικής και αυτοματοποιημένης σκέψης.

Στον τομέα της ρομποτικής οι μαθητές εμπλέκονται στην διαδικασία της αφαίρεσης στην προσπάθειά τους να σχεδιάσουν και να προγραμματίσουν μια ρομποτική συσκευή κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αντιδράει κάτω από συγκεκριμένες πραγματικές συνθήκες. Προβληματίζονται για το πώς η ρομποτική συσκευή αντιλαμβάνεται τον κόσμο και για το πώς αυτά τα ερεθίσματα μετασχηματίζονται σε αριθμητικές ή λογικές τιμές και πως αυτές χρησιμοποιούνται από το πρόγραμμα που ελέγχει την συσκευή αυτή. Οι μαθητές εισάγονται στην έννοια του αυτοματοποίησης με την εκτέλεση των προγραμμάτων τους από την ρομποτική συσκευή. Εξοικειώνονται με την διαδικασία της ανάλυσης στην προσπάθειά τους να αποφασίσουν κατά πόσον οι προγραμματισμένες ενέργειες της ρομποτικής συσκευής είναι αξιόπιστες ή όχι. Αν η ρομποτική συσκευή «δεν συμπεριφέρεται σωστά» μπορεί να σημαίνει είτε ότι η εφαρμογή με βάση την αρχική ιδέα του ελέγχου της είναι ελαττωματική ή ότι τα προβλήματα που προέκυψαν, δεν ελήφθησαν υπόψη κατά τη φάση της αφαίρεσης.

Στον τομέα του σχεδιασμού και της ανάπτυξης παιχνιδιών οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν τις ικανότητες τους για αφαίρεση και μοντελοποίηση σε πολλαπλά επίπεδα ξεκινώντας από την εννοιολογική σύλληψη του προβλήματος και φτάνοντας στην μετατροπή των εννοιών αυτών σε επιμέρους χαρακτήρες και τμήματα κώδικα. Μπορούν να ορίσουν νέες μεθόδους που αντιπροσωπεύουν μη προκαθορισμένες συμπεριφορές χαρακτήρων. Οι μέθοδοι αυτοί δεν είναι απλώς ένας συνδυασμός διαδοχικών εντολών. Απαιτούν εις βάθος κατανόηση των προγραμματιστικών δομών, της αναδρομής και της παράλληλης εκτέλεσης. Οι μαθητές εμπλέκονται κάθε φορά στην διαδικασία της ανάλυσης στην προσπάθειά τους να κρίνουν κατά πόσο οι αφαιρέσεις τους ήταν σωστές και αποτελεσματικές σύμφωνα με προκαθορισμένα κριτήρια. Οι διαδικασίες των δοκιμών και της εκσφαλμάτωσης του παιχνιδιού τους καθώς και της αξιολόγησης τόσο των δικών τους έργων όσο και των συμμαθητών τους ενισχύει την αναλυτική και κριτική ικανότητα τους.

3. Επίλογος

Οι απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας αλλάζουν ραγδαία. Είναι δύσκολο να προβλέψει κανείς πως θα εξελιχθεί η κοινωνία μας τα επόμενα χρόνια. Σίγουρα όμως μία από τις βασικές ικανότητες που θα χρειαστεί ο αυριανός πολίτης θα είναι και αυτή της Υπολογιστικής Σκέψης. Η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια έννοια που έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή κατά το παρελθόν αλλά δεν υπάρχει απόλυτη σύγκλιση απόψεων για το τι περιλαμβάνει και ακόμη και λιγότερη σύγκλιση σχετικά με τις στρατηγικές για την ενίσχυση και αξιολόγηση της ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης στους νέους. Όλοι όμως συμφωνούν στο γεγονός ότι οι μαθητές χρειάζεται να διδαχθούν στοιχεία από τον τρόπο σκέψης, τη μεθοδολογία και τα εργαλεία που συνδέονται με την Πληροφορική για να βελτιωθεί ο τρόπος κατανόησης, χειρισμού και αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον τους σε πραγματικές συνθήκες. Οι δραστηριότητες μάθησης με βάση τον σχεδιασμό και ειδικότερα την μοντελοποίηση, την προσομοίωση, την ρομποτική και τον προγραμματισμό αλληλεπιδραστικών πολυμέσων, ενισχύουν και υποστηρίζουν την Υπολογιστική Σκέψη στους μαθητές.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων απαιτείται η ενεργοποίηση των εκπαιδευτικών Πληροφορικής για την ανάπτυξη σημαντικών και χρήσιμων εκπαιδευτικών πόρων. Η συμβολή της επιστημονικής κοινότητας της Πληροφορικής θεωρείται σημαντική για τον σχεδιασμό ενός κατάλληλου παιδαγωγικού και μαθησιακού πλαισίου το οποίο θα παρέχει δυνατότητες ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και όχι μόνο σε αυτό της Πληροφορικής.

Αναφορές

1. Barr V. and Chris 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), pp. 48-54.

2. Brennan, K., Resnick, M. (2012), *Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design*, paper presented at annual AERA meeting, Vancouver, BC, Canada.
3. Clarke E.M. and J.M. Wing (1996), *Formal Methods: State of the Art and Future Directions*. In ACM Computing Surveys Special issue.
4. Denning P. (2009), *The profession of IT: Beyond computational thinking*, Communications of the ACM 52 no. 6.
5. Denning P. and P. Rosenbloom. (2009), *Computing: The fourth great domain of science*. Communications of the ACM 52, no. 9.
6. Henderson, P.B. (2009), *Ubiquitous computational thinking*, Computer, 42(10), pp. 100-102. Available online at <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/MC.2009.334>.
7. Lee I., Martin F., Denner J., Coulter B., Allan W., Erickson J., Malyn-Smith J., Werner L. (2011), *Computational Thinking for Youth in Practice*, ACM InRoads 2(1), pp. 32-37.
8. Lu J.J., and Fletcher G.H.L. (2009), *Thinking about computational thinking*, ACM SIGCSE Bulletin 41(1), pp. 260-264.
9. Perković L., A. Settle, S. Hwang, and J. Jones, “*A Framework for Computational Thinking across the Curriculum*”, In ITiCSE 2010: 15th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Turkey, June 2010.
10. Yadav A., Zhou N., Mayfield C, Hambrusch S., Korb J. T. (2011), *Introducing computational thinking in education courses*, SIGCSE '11 Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education pp. 465-470.
11. Wing, J. M. (2006), *Computational thinking*. Communications of the ACM. 49, no 3, pp. 33–35.

Abstract

The rapid changes in technology and the demands of society are making computational thinking a fundamental skill for the modern man. This approach should affect also education that will be asked in the future to incorporate it in the educational process to better prepare tomorrow's citizens. In particular, in the secondary education, the skills including in Computational Thinking can be cultivated and strengthened in all educational subjects. In this effort, the cooperation of the educational community with the scientific community of Computer Science is considered as vital.

Keywords: Computational Thinking, Computer Science, Education