

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ: ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ

Ενότητα 7C (3): Εκπαίδευση για τη δημοκρατική ιδιότητα του πολίτη και τα Ανθρώπινα Δικαιώματα: Διαθεματική Εφαρμογή.

Διεύρυνση της συμμετοχής στην Πληροφορική

Αγορίτσα Γόγουλου

Δεδομένης της διείσδυσης των υπολογιστών στην κοινωνία σε μια ευρεία γκάμα επιστημονικών και εργασιακών πεδίων και πτυχών της καθημερινής ζωής, είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη όλοι οι μαθητές/τριες να αποκτήσουν γνώσεις πληροφορικής. Ωστόσο, δημοσιεύσεις και έρευνες αποκαλύπτουν την υποεκπροσώπηση των γυναικών και των φυλετικών και εθνοτικών μειονοτήτων στα μαθήματα της επιστήμης υπολογιστών (ΕΥ) (Bottela et al., 2019; Google LLC & Gallup, Inc., 2016). Σε πολλές χώρες ο όρος «ψηφιακό χάσμα» χρησιμοποιείται, για να υποδηλώσει τη διαφοροποίηση μεταξύ διαφορετικών δημογραφικών ομάδων, όσον αφορά στην πρόσβαση στους υπολογιστές και το Διαδίκτυο. Πολλές από αυτές τις διαφορές βασίζονται στο εισόδημα, τη φυλετική προέλευση του ατόμου και τον τόπο διαμονής του, σε αστικές ή αγροτικές περιοχές. Το χάσμα, μάλιστα, το οποίο παρατηρείται μεταξύ των δύο φύλων στους κλάδους της επιστήμης και της τεχνολογίας, γίνεται αισθητό ακόμη και πριν από την ηλικία των 15 ετών. Δεν είναι δύσκολο, επομένως, αυτό να διευρύνεται όλο και περισσότερο, με την πάροδο των ετών, στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση. Γι' αυτό αποτελεί σοβαρότατο ζήτημα για τις θεμελιώδεις έννοιες της δικαιοσύνης και της ισότητας.

Γενικά, οι μαθητές/τριες δεν έχουν πειστεί πλήρως ότι η ΕΥ είναι σημαντική για αυτούς. Οι μαθήτριες είναι ιδιαίτερα δύσπιστες όσον αφορά στα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης στην ΕΥ και άρα είναι λιγότερο πιθανό να εκδηλώσουν ενδιαφέρον τόσο για την εκπαίδευση στους υπολογιστές, όσο και για την επιδίωξη επαγγελματικής σταδιοδρομίας στον τομέα αυτόν, σε σχέση με τους άνδρες συμμαθητές τους (Google LLC & Gallup, Inc., 2020). Οι εκπαιδευτικοί βρίσκονται στην πρώτη γραμμή των προσπαθειών της κοινωνίας να δώσουν κίνητρα στους μαθητές/τριες να συμμετάσχουν στην πληροφορική, να δημιουργήσουν μαθησιακές εμπειρίες που αναδεικνύουν τις δυνατότητες των Τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και να προάγουν την ισότητα ευκαιριών. Είναι σημαντικό όλοι οι μαθητές/τριες να έχουν την ευκαιρία να αποκτήσουν δεξιότητες ΤΠΕ, κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσής τους, καθώς αυτές οι δεξιότητες γίνονται όλο και πιο απαραίτητες σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής. Ο ψηφιακός γραμματισμός όχι μόνο επιτρέπει στους μαθητές/τριες να εμπλακούν, να δημιουργήσουν και να καινοτομήσουν σε μια κοινωνία που τροφοδοτείται όλο και περισσότερο από την τεχνολογία, αλλά και τους προετοιμάζει για την ένταξη σε αναπτυσσόμενα επαγγέλματα πληροφορικής. Η έκθεση Economist Intelligence Unit (EIU) με τίτλο «Driving the skills agenda: Preparing Students for the future», τονίζει ότι η επίλυση προβλημάτων είναι η πιο σημαντική δεξιότητα που πρέπει να αποκτήσουν οι μαθητές/τριες. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται, επίσης, στην ομαδική εργασία και στην επικοινωνία. Οι μαθησιακές δραστηριότητες θα πρέπει να ενθαρρύνουν τους μαθητές/τριες να εντοπίζουν το πιθανό πρόβλημα και να επινοούν λύσεις μέσω της συζήτησης και της σωστής αποτίμησης των καταστάσεων.

Υπολογιστική Σκέψη

Βασική λειτουργία της σχολικής εκπαίδευσης είναι η προετοιμασία των μαθητών/τριών, ώστε να γίνουν ικανοί και ενημερωμένοι πολίτες. Η ύπαρξη ενός ψηφιακά εγγράμματος πληθυσμού είναι σημαντική για την αντιμετώπιση σοβαρών παγκόσμιων ζητημάτων, όπως

η κλιμακτική αλλαγή, η εξάντληση των διαθέσιμων πόρων και οι κοινωνικές ανισότητες. Η κατανόηση της ΕΥ και της φύσης της πληροφορικής έχει καταστεί αναγκαιότητα. Ο Douglas Rushkoff, το 2010, αναφέρει στο σημαντικό βιβλίο του, «Program or be Programmed»:

«Όταν εμείς, τα ανθρώπινα όντα, αποκτήσαμε τη γλώσσα, μάθαμε όχι μόνο πώς να ακούμε, αλλά και πώς να μιλάμε. Όταν αποκτήσαμε τον γραμματισμό, μάθαμε όχι μόνο, πώς να διαβάζουμε, αλλά και πώς να γράφουμε, και καθώς προχωράμε μες στη σταδιακά αυξανόμενη παρουσία της ψηφιακής πραγματικότητας, πρέπει να μάθουμε, όχι μόνο πώς να χρησιμοποιούμε προγράμματα, αλλά και πώς να τα δημιουργούμε [...]. Διδάσκουμε στα παιδιά πώς να μεταχειρίζονται τα προγράμματα, αλλά όχι πώς να γράφουν τον κώδικα για τα λογισμικά. Αυτό σημαίνει ότι οι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε δυνατότητες που τους τις προσέφεραν άλλοι, χωρίς να έχουν τη δύναμη να ορίσουν την αξία της δημιουργίας αυτών των δυνατοτήτων της τεχνολογίας οι ίδιοι.»

Υπάρχει μια αυξανόμενη αναγνώριση ότι, για να ζήσουν και να λειτουργήσουν σε μια ψηφιακή κοινωνία, να λύσουν προβλήματα και να είναι δημιουργικά και καινοτόμα, τα άτομα πρέπει να αναπτύξουν Υπολογιστική Σκέψη (Υ.Σ.) (Namukasa et al., 2015). Η Υ.Σ. είναι «μια προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς που βασίζεται σε έννοιες θεμελιώδεις για την πληροφορική» (Wing, 2006). Ο όρος «Υπολογιστική Σκέψη» εισήχθη για πρώτη φορά το 1980, από τον επιστήμονα και εκπαιδευτή υπολογιστών, Seymour Papert, στο πρωτοποριακό βιβλίο του: *Νοητικές Θύελλες. Παιδιά, υπολογιστές και ισχυρές ιδέες* (=Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas) (σελίδα 4):

«Σ' αυτό το βιβλίο, αναφέρομαι στους διαφορετικούς τρόπους, με τους οποίους η παρουσία των υπολογιστών μπορεί να συνεισφέρει σε πνευματικές διεργασίες, όχι μόνο ως ένα μέσον, αλλά με πιο ουσιαστικούς, πνευματικούς τρόπους· επηρεάζοντας τον τρόπο σκέψης των ανθρώπων, ακόμη και όταν αυτοί δεν βρίσκονται στην φυσική παρουσία ενός υπολογιστή».

Η Υπολογιστική Σκέψη είναι δομημένη με τέτοιο τρόπο, ώστε να βοηθά στην επίλυση προβλημάτων. Σύμφωνα με την Jeannette Wing, (2006), η Υ.Σ. είναι:

Εννοιολόγηση, όχι Προγραμματισμός: η Επιστήμη των Υπολογιστών δεν ταυτίζεται με τον προγραμματισμό. Η συγγραφή κώδικα είναι απλώς μια έκφραση των εννοιών και των προβλημάτων της επιστήμης των υπολογιστών.

Θεμελιώδης, όχι μια απλή δεξιότητα: είναι μια θεμελιώδης δεξιότητα, καθώς κάθε άτομο πρέπει να γνωρίζει πώς να λύνει προβλήματα, για να συμμετέχει ενεργά στην κοινωνία. Οι υπολογιστές υποστηρίζουν βασικές εργασίες που έχουν σχεδιαστεί και προγραμματιστεί από άτομα.

Ένας τρόπος που σκέφτονται οι άνθρωποι και όχι οι υπολογιστές: είναι ένας τρόπος που σκέφτονται οι άνθρωποι για τον κόσμο και προβλήματα που τους απασχολούν.

Συμπληρώνει και συνδυάζει τη μαθηματική και τη μηχανική σκέψη: Η υπολογιστική σκέψη περιλαμβάνει τα μαθηματικά και τη μηχανική. Δεν είναι υποσύνολο κανενός κλάδου/επιστήμης. Οι επιστήμονες υπολογιστών αξιοποιούν τα μαθηματικά και τη μηχανική, για να αναπτύξουν λύσεις που υπερβαίνουν τα όρια αυτών των δύο τρόπων σκέψης (μηχανικής και μαθηματικής).

Ιδέες, όχι τεχνουργήματα: η υπολογιστική σκέψη δεν αφορά το αποτέλεσμα/προϊόν, αλλά τις ιδέες που οδηγούν στη δημιουργία.

Ανοιχτή για όλους/ες, παντού: η υπολογιστική σκέψη είναι διαθέσιμη σε όλους τους ανθρώπους, είτε χρησιμοποιούν τεχνολογία είτε όχι, είτε τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και οι λύσεις αυτών απαιτούν τη χρήση τεχνολογίας είτε όχι.

Ο οργανισμός «Computing at School» διατυπώνει τις απόψεις/θέσεις του για την Υ.Σ. στα σχολεία στον οδηγό «Computational Thinking: a guide for teachers» («Υπολογιστική Σκέψη: Ένας οδηγός για Εκπαιδευτικούς») (Csizmadia et al., 2015):

Η υπολογιστική σκέψη είναι μια γνωστική ή στοχαστική διαδικασία που περιλαμβάνει λογικό συλλογισμό. Μέσω αυτής επιλύονται προβλήματα και γίνονται καλύτερα κατανοητά τα τεχνουργήματα, οι διαδικασίες και τα συστήματα. Περιλαμβάνει:

- την ικανότητα αλγοριθμικής σκέψης
- την ικανότητα σκέψης με όρους αποσύνθεσης (αποδόμησης/ανάλυσης)
- την ικανότητα γενίκευσης, αναγνώρισης και χρήσης προτύπων
- την ικανότητα αφηρημένης σκέψης, επιλογής κατάλληλων αναπαραστάσεων
- την ικανότητα σκέψης με όρους αξιολόγησης.

Τα κύρια επιχειρήματα υπέρ της διδασκαλίας θεμάτων σχετικών με την Υ.Σ. είναι (Duncan & Bell, 2015):

- προετοιμασία των μαθητών/τριών για μελλοντική ενασχόληση με τον τομέα της Πληροφορικής
- ανάπτυξη δεξιοτήτων, καλλιέργεια εμπιστοσύνης και ικανοτήτων, ώστε να καταστούν οι μαθητές/τριες προχωρημένοι χρήστες της ψηφιακής τεχνολογίας
- αύξηση της πολυμορφίας, διεύρυνση της συμμετοχής υπο-εκπροσωπούμενων ομάδων στο πεδίο της ΕΥ
- αντιμετώπιση τυχόν στερεότυπων σχετικά με ενασχόληση με την Πληροφορική
- ενθάρρυνση της ανάπτυξης γενικών δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης από την πρώιμη ηλικία.

Η εκμάθηση της επιστήμης των υπολογιστών (CS) βοηθά τους ανθρώπους να κατανοήσουν καλύτερα τον κόσμο, ο οποίος πλέον υποστηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογία. Παρέχει στους μαθητές/τριες δεξιότητες που είναι ευρέως εφαρμόσιμες και που τους δίνουν τη δυνατότητα να διεκδικήσουν περιζήτητες θέσεις εργασίας. Οι μαθησιακές εμπειρίες επίλυσης προβλημάτων που βασίζονται σε υπολογιστή προετοιμάζουν τους μαθητές/τριες να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά καταστάσεις και να επιλύουν προβλήματα σε διάφορους τομείς, τους εφοδιάζουν με βασικές δεξιότητες ζωής και θέτουν τα θεμέλια για την μετέπειτα ιδιότητα του πολίτη, που θα κληθούν να αναλάβουν οι μαθητές/τριες στον σύγχρονο κόσμο. Η Aheer και οι συνεργάτες της (2020) ανέπτυξαν μια διδρυματική δραστηριότητα ως μέρος της πρωτοβουλίας «Internationalization at Home (IaH)». Σκοπός υπήρξε η επιτέλεση μιας πρώτης επαφής των πρωτοετών φοιτητών/τριών με την έννοια της πληροφορικής που χρησιμοποιείται για την κοινωνική πρόοδο και το κοινό καλό σε διεθνές πλαίσιο. Ο στόχος ήταν να διερευνηθεί ο τρόπος, με τον οποίο επηρεάζουν οι πολιτισμικές διαφορές τις αντιλήψεις και τη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στην Πληροφορική που έχει σκοπό την κοινωνική ωφέλεια και την καλύτερη κατανόηση διαφορετικών πολιτισμών. Τα πορίσματα της έρευνας επισημαίνουν ότι οι μαθητές/τριες, παρά τα διαφορετικά πολιτισμικά τους υπόβαθρα, είχαν πολύ περισσότερα κοινά απ' ό,τι διαφορές. Η πλειοψηφία ένιωσε ότι, παρά την πολιτισμική διαφορά, υπήρχαν κοινά θέματα προς συζήτηση. Έτσι, οι μαθητές/τριες μπορούσαν να επινοήσουν κοινούς τρόπους αντιμετώπισης διαφόρων προβλημάτων και να επιδοθούν σε ευχάριστες και εποικοδομητικές συνομιλίες. Με αυτόν τον τρόπο, καταδεικνύεται ότι οι μαθητές/τριες, παρά τα διαφορετικά τους πολιτισμικά υπόβαθρα, μπορούν να έχουν παρόμοιες ιδέες σχετικά με την πληροφορική, η οποία μπορεί να γίνει ένα μέσο για την επίτευξη της κοινωνικής προόδου.



Η Υπολογιστική Σκέψη αφορά στην επίλυση προβλημάτων μέσα από μια προσέγγιση που βασίζεται σε υπολογιστικά προγράμματα. Όταν αντιμετωπίζουμε ένα πρόβλημα σε ένα περιβάλλον που βασίζεται σε υπολογιστές, οι παρακάτω ικανότητες των μαθητών/τριών μπορούν να βελτιωθούν:

- η ικανότητα επικοινωνίας και συνεργασίας με άλλους για την επίτευξη ενός κοινού στόχου ή λύσης
- η ικανότητα να σκέφτονται διάφορα προβλήματα, να αντιμετωπίζουν προβλήματα ανοιχτού τύπου, να διατυπώνουν προβλήματα με τέτοιον τρόπο, ώστε να μπορούν να προσεγγιστούν και να επιλυθούν με τη χρήση των εργαλείων και των τεχνολογιών της Πληροφορικής
- η εμπιστοσύνη στην ικανότητά τους να αντιμετωπίζουν πολύπλοκες καταστάσεις και να βρίσκουν λύσεις
- η ανεκτικότητα απέναντι στην αμφισημία και η ικανότητα λήψης αποφάσεων.

Διάφορες προσπάθειες επικεντρώνονται στην καθιέρωση εφαρμόσιμων λειτουργικών πλαισίων για την ανάπτυξη της Υ.Σ. Αυτά τα πλαίσια επικεντρώνονται στις δομές που χρησιμοποιούνται σε ήδη υπάρχοντα περιβάλλοντα προγραμματισμού που βασίζονται σε ηλεκτρονικά παιχνίδια και σε περιβάλλοντα που μεταχειρίζονται πολυμεσική αφήγηση. Για παράδειγμα, οι Brennan και Resnick's (2012) όρισαν ένα πλαίσιο Υ.Σ., το οποίο αναλύει την Υ.Σ. σε τρία συστατικά/διαστάσεις, λαμβάνοντας υπόψη τον προγραμματισμό στο περιβάλλον SCRATCH:

- Τις *έννοιες* με τις οποίες ασχολούνται οι σχεδιαστές στον προγραμματισμό, δηλαδή δομή ακολουθίας, βρόχοι, παραλληλισμός, συμβάντα, προϋποθέσεις, τελεστές και δεδομένα.
- Τις *πρακτικές* που αναπτύσσουν οι σχεδιαστές, καθώς ασχολούνται με τις *έννοιες*, δηλαδή δοκιμή και εντοπισμός σφαλμάτων, επαναχρησιμοποίηση και σύνθεση, αφαίρεση και διαμόρφωση δομημάτων.
- Τις *προοπτικές (τρόπος σκέψης)* που διαμορφώνουν οι σχεδιαστές για τον κόσμο γύρω τους και για τον ίδιο τους τον εαυτό, π.χ. σύνδεση ενοτήτων/τμημάτων, καθορισμός νέων στόχων, αμφισβήτηση.

Μέσα από ένα γενικότερο πρίσμα, αυτές οι τρεις διαστάσεις περιλαμβάνουν:

- *Υπολογιστικές έννοιες*: οι θεμελιώδεις έννοιες, με τις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές/τριες, καθώς φτιάχνουν προγράμματα ή συμμετέχουν σε πρακτικές προσανατολισμένες στην Υ.Σ., όπως η αλγοριθμική σκέψη, αποδόμηση, ανάλυση, αφαίρεση, παραλληλισμός και γενίκευση προτύπων.
- *Υπολογιστικές πρακτικές*: οι πραγματικές πρακτικές που αναπτύσσουν οι μαθητές/τριες, καθώς αντιμετωπίζουν και ασχολούνται με τις έννοιες. Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν τη συλλογή και την ταξινόμηση δεδομένων, τον σχεδιασμό και τον συνδυασμό υπολογιστικών μοντέλων, τον εντοπισμό σφαλμάτων, την τεκμηρίωση της εργασίας και τη συλλογική ανάλυση και επίλυση περίπλοκων προβλημάτων.
- *Υπολογιστικές προοπτικές*: οι προοπτικές που σχηματίζουν οι μαθητές/τριες για τον κόσμο γύρω τους, αλλά και για τον ίδιο τους τον εαυτό, καθώς κατανοούν τέτοιες έννοιες και συμμετέχουν σε τέτοιες πρακτικές, δηλαδή αντιλαμβάνονται το πώς λειτουργούν τα συστήματα και τι μπορεί να γίνει, για να βελτιωθούν.

Κρίνεται απαραίτητη η διδασκαλία της Υ.Σ. εκτός του χώρου της Πληροφορικής και η ενασχόληση με σχετικές δραστηριότητες, ακόμη και από την ηλικία του νηπιαγωγείου (Fessakis, Gouli & Mavroudi, 2013). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να σχεδιάσουν διαδραστικές δραστηριότητες, για να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των παιδιών και για να διευκολύνουν την ανάπτυξη της αυτό-έκφρασης, της αυτοπεποίθησης και της δημιουργικότητάς. Στο νηπιαγωγείο, μεγάλο μέρος του γνωστικού αντικείμενου διδάσκεται μέσω παιχνιδιών και τραγουδιών· με προσεκτικό σχεδιασμό, τα μικρά παιδιά μπορούν να



συμμετάσχουν σε κατάλληλες για την ηλικία τους δραστηριότητες και να αναπτύξουν μια πρώιμη μορφή Υπολογιστικής Σκέψης. Για παράδειγμα, σε αυτήν τη νεαρή ηλικία, οι δραστηριότητες μπορούν να αποτελέσουν ένα πρώτο βήμα για την κατανόηση των αλγορίθμων, της αλληλουχίας, των γεγονότων, των συνθηκών και των επαναλαμβανόμενων βρόχων.

Οι δεξιότητες, οι στάσεις και οι προσεγγίσεις που συνθέτουν την Υ.Σ. είναι θεμελιώδεις, καθολικές, μεταβιβάσιμες και ιδιαίτερα κατάλληλες και χρήσιμες για την ψηφιακή εποχή. Η Υ.Σ. είναι ένας συνδυασμός δομημένης σκέψης, βασικών δεξιοτήτων και στάσεων, επιμονής, υπομονής και επαγγελματισμού. Η εκμάθηση της Υ.Σ. μπορεί να ωφελήσει τους μαθητές/τριες τόσο ακαδημαϊκά, όσο και οικονομικά.

Πληροφορική χωρίς Η/Υ (Computer Science Unplugged - CSU)

Ο όρος Πληροφορική χωρίς Η/Υ (Computer Science Unplugged - CSU) εισήχθη από τους Tim Bell, Mike Fellows και Ian Witten στο Πανεπιστήμιο του Canterbury, στη Νέα Ζηλανδία, όταν δημοσιοποίησαν ένα διαδικτυακό βιβλίο, με τίτλο: «Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages». Ο στόχος των ερευνητών ήταν να προσελκύσουν μαθητές/τριες να παρακολουθήσουν μαθήματα Πληροφορικής στο λύκειο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και να εντρυφήσουν σε θέματα αυτού του γνωστικού πεδίου. Οι CSU δραστηριότητες μπορούν να υλοποιηθούν, χωρίς τη χρήση υπολογιστών. Είναι κιναισθητικές και ελκυστικές δραστηριότητες και αποδεικνύουν στην πράξη ότι η επιστήμη των υπολογιστών αφορά στην επίλυση προβλημάτων και δεν είναι συνώνυμη με τον προγραμματισμό. Οι δραστηριότητες αυτές, επίσης, συμβάλλουν στο να καταστούν αφηρημένες έννοιες «χειροπιαστές και ορατές». Οι CSU δραστηριότητες μπορούν να αποτελέσουν ένα ενδιαφέρον και αποτελεσματικό μέσο, για να εισαχθούν οι μαθητές/τριες σε έννοιες των υπολογιστών, να μπορέσουν να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων, να μάθουν να συνεργάζονται και να εκφράζουν τις σκέψεις τους για θέματα υπολογιστών και να αποκτήσουν κίνητρο να ασχοληθούν με τον τομέα της Πληροφορικής (Namukasa, 2015). Οι CSU δραστηριότητες αφορούν θεμελιώδεις έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών, όπως αλγόριθμους, τεχνητή νοημοσύνη, γραφικά, θεωρία πληροφοριών, διεπαφές ανθρώπου-υπολογιστή, γλώσσες προγραμματισμού κ.λπ.

Η CSU προσέγγιση διαφέρει από τον εποικοδομισμό του Papert, καθώς εκείνος αναγνωρίζει τον προγραμματισμό ως τον κύριο παράγοντα για την κατασκευή γνώσης, τόσο στο φυσικό, όσο και στο περιβάλλον που βασίζεται σε υπολογιστή. Ωστόσο, και οι δύο προσεγγίσεις στοχεύουν στη διδασκαλία σύνθετων εννοιών μέσα από στέρεες δραστηριότητες. Οι έννοιες δεν απλοποιούνται, αλλά αντίθετα γίνονται ευκολότερα προσβάσιμες μέσα από την εμπειρία. Επίσης, οι CSU δραστηριότητες απαιτούν από τα παιδιά να χρησιμοποιούν το σώμα τους ή να χειρίζονται φυσικά αντικείμενα, για να εκτελέσουν διάφορες λειτουργίες και να καταλήξουν σε ένα συμπέρασμα (Bell & Lodi, 2019).

Χρησιμοποιώντας CSU δραστηριότητες, οι μαθητές/τριες μικρής ηλικίας, τα κορίτσια και οι αρχάριοι στη χρήση υπολογιστών νιώθουν πιο άνετα, μπορεί να αλλάξουν στάση και να προσεγγίσουν τους υπολογιστές, με σκοπό να μάθουν προγραμματισμό ή άλλα εργαλεία και έννοιες. Οι CSU δραστηριότητες συνδέονται ποικιλοτρόπως με την Υ.Σ. Συγκεκριμένα οι μαθητές/τριες μαθαίνουν πώς να:

- περιγράφουν ένα πρόβλημα
- προσδιορίζουν τις σημαντικές λεπτομέρειες που απαιτούνται για την επίλυση αυτού του προβλήματος
- αναλύουν το πρόβλημα και να προσδιορίζουν μικρά, λογικά βήματα για την επίλυσή του
- χρησιμοποιούν αυτά τα βήματα, για να δημιουργήσουν τον κατάλληλο αλγόριθμο

- αποτιμούν τη λύση που βρήκαν.

Αυτές οι δεξιότητες σχετίζονται με την ανάπτυξη ψηφιακών συστημάτων και την επίλυση προβλημάτων με τη χρήση υπολογιστών, αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν και σε άλλους τομείς.

Οι CSU δραστηριότητες έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε σχολικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, αλλά και σε εκπαιδευτικά προγράμματα εκτός σχολείου. Τα παιδιά φαίνεται να αγαπούν το γεγονός ότι μπορούν να εμπλακούν και να δοκιμάσουν τα ίδια τις δραστηριότητες. Ο Carmichael (2008) χρησιμοποίησε τέτοιου τύπου δραστηριότητες ως μέρος ενός προγράμματος που απευθυνόταν σε κορίτσια, με στόχο να τους παρέχει κίνητρα, για να ενδιαφερθούν για την Πληροφορική. Ο Carmichael επισημαίνει ότι οι δραστηριότητες βοήθησαν τις συμμετέχουσες να συσχετίσουν το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων με έννοιες της Πληροφορικής και να κατανοήσουν αυτές τις έννοιες. Θεωρεί πολύ σημαντικές τις δράσεις που αναλαμβάνουν οι συμμετέχοντες/ουσες, αλλά και τις συζητήσεις που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων. Η Renate Thies και ο Jan Vahrenhold από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Dortmund στη Γερμανία, ερεύνησαν την καταλληλότητα των CSU δραστηριοτήτων σε τάξεις. Χρησιμοποίησαν CSU δραστηριότητες στους μισούς μαθητές/τριες και εναλλακτικά εργαλεία στους άλλους μισούς μαθητές/τριες. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι οι CSU δραστηριότητες ήταν εξίσου αποτελεσματικές με τα παραδοσιακά εργαλεία στη μετάδοση της γνώσης. Επιπλέον, οι ερευνητές μελέτησαν τον αντίκτυπο της χρήσης CSU δραστηριοτήτων σε διαφορετικές βαθμίδες της εκπαίδευσης και διαπίστωσαν ότι οι δραστηριότητες είχαν ιδιαίτερα θετικό αντίκτυπο σε τάξεις γυμνασίου (Rodriguez, Rader & Camp, 2016).

Μια σημαντική πηγή για CSU δραστηριότητες είναι ο ιστότοπος: Computer Science (CS) Unplugged (www.csunplugged.org). Άλλοι σχετικοί ιστότοποι είναι ο Computer Science for Fun (www.cs4fn.org) και ο Teaching London Computing (www.teachinglondoncomputing.org), οι οποίοι παρέχουν πόρους για εκπαιδευτικούς που θέλουν να συμπεριλάβουν CSU δραστηριότητες υπολογιστικής σκέψης στα προγράμματα σπουδών τους. Υπάρχουν πολλές «unplugged» δραστηριότητες, που δεν βασίζονται απαραίτητα στο csunplugged.org, και ονομάζονται κιναισθητικές δραστηριότητες. Ο όρος "unplugged" χρησιμοποιείται μερικές φορές για δραστηριότητες που αναφέρονται στον ιστότοπο ανοιχτού κώδικα CS Unplugged (www.csunplugged.org): συχνά, ο όρος χρησιμοποιείται για οποιαδήποτε δραστηριότητα που πραγματοποιείται μακριά από υπολογιστή και σχετίζεται με την επιστήμη των υπολογιστών.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των CSU δραστηριοτήτων είναι (Nishida et al., 2009):

Όχι υπολογιστές: Οι υπολογιστές δεν χρησιμοποιούνται άμεσα στις δραστηριότητες αυτές. Αυτό διευκολύνει την εκτέλεση των δραστηριοτήτων σε οποιοδήποτε μέρος και οι γνώσεις πληροφορικής δεν αποτελούν προαπαιτούμενο για τη συμμετοχή.

Παιγνιώδης χαρακτήρας: Οι δραστηριότητες βασίζονται γενικά σε ένα παιχνίδι ή πρόκληση, έτσι ώστε τα παιδιά να προσεγγίζουν τη συμμετοχή τους σαν παιχνίδι, κάτι που προκαλεί ενδιαφέρον, περιέργεια και κίνητρο. Για παράδειγμα, το αίσθημα της έκπληξης που προκαλεί ένα μαγικό κόλπο, προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, ενώ η επιθυμία τους να παίξουν τον ρόλο του μάγου κρατά το ενδιαφέρον τους αμείωτο. Ως αποτέλεσμα προσπαθούν να κατανοήσουν τις γνώσεις του «μάγου».

Κιναισθητική: Καθώς χρησιμοποιούνται φυσικά αντικείμενα, όπως κάρτες, χαρτιά, λευκοί πίνακες, τα παιδιά ασχολούνται με κιναισθητικές δραστηριότητες. Η μάθηση επιτυγχάνεται με τη μετακίνηση, τη σωματική εμπλοκή των ανθρώπων και των αντικειμένων που υπάρχουν στον χώρο. Για παράδειγμα, η παρουσία ενός εμποδίου

στην παιδική χαρά κάνει τους μαθητές/τριες να κινούνται, να συζητούν και να σκέφτονται τρόπους, για να το ξεπεράσουν και να προχωρήσουν.

Επίκεντρο είναι οι μαθητές/τριες και η ομάδα: Οι μαθητές/τριες συμμετέχουν ενεργά. Γενικά, οι δραστηριότητες προωθούν την αλληλεπίδραση με τους υπόλοιπους μαθητές/τριες και τους ενθαρρύνουν να ανακαλύψουν τις σωστές απαντήσεις στα ερωτήματα μετά από πολλές δοκιμές και λάθη. Η συνεργασία με συμμαθητές/τριες προωθεί την ομαδική εργασία και επικοινωνία.

Χαμηλό κόστος και εύκολη εφαρμογή: Οι δραστηριότητες προετοιμάζονται εύκολα και απαιτούν φθινό εξοπλισμό, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου υπάρχει ήδη σε κάθε σχολείο. Οι περισσότερες δραστηριότητες απαιτούν χαρτί και μολύβι, ίσως κάρτες, κορδόνι, κιμωλία, μαρκαδόρους για λευκό πίνακα.

Πλαίσιο αφήγησης: Στοιχεία φαντασίας και αφήγησης χρησιμοποιούνται σε κάθε δραστηριότητα, ώστε να επιτευχθεί η ενεργή εμπλοκή των μαθητών/τριών. Τα προβλήματα παρουσιάζονται ως μέρος μιας ιστορίας και όχι ως αφηρημένες μαθηματικές προκλήσεις. Αυτό μπορεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, ενώ τονίζει την αξία της δημιουργικότητας έναντι της στείρας μάθησης.

Δεδομένου ότι οι CSU δραστηριότητες μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα και δεν απαιτούν ακριβό εξειδικευμένο εξοπλισμό, έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη σύνδεση της επιστήμης των υπολογιστών με άλλους κλάδους. Στο δημοτικό, οι δάσκαλοι/ες επιδιώκουν συνδέσεις με τα μαθηματικά, τη φυσική αγωγή, τη γλώσσα, τη δημιουργική γραφή, την τέχνη. Επιπλέον, τέτοιες ασκήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση της υπολογιστικής σκέψης με τη φυσική και τη μουσική (Bell & Vahrenhold, 2018). Για παράδειγμα, τα δίκτυα ταξινόμησης μπορούν να ενσωματωθούν σε θέματα, τα οποία οι μαθητές/τριες διερευνούν σε άλλα μαθήματα, να αξιοποιηθούν π.χ. στη σύγκριση ημερομηνιών στην ιστορία, λέξεων με αλφαβητική σειρά, του τόνου στις νότες της μουσικής ή αριθμών γραμμένων σε μια ξένη γλώσσα. Τέτοιες δραστηριότητες παρέχουν κίνητρο στους μαθητές/τριες, ώστε να συγκρίνουν συνεχώς την αξία όσων μαθαίνουν και να τα εφαρμόζουν σε διαφορετικές περιστάσεις. Ταυτόχρονα, εξοικειώνονται με υπολογιστικά μοντέλα και θεμελιώδεις έννοιες της Επιστήμης των Υπολογιστών.

Διαγωνισμοί Πληροφορικής

Οι διαγωνισμοί Πληροφορικής χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης, με στόχο την προσέλκυση του ενδιαφέροντος για την Επιστήμη των Υπολογιστών.

Bebras

Το Bebras είναι μια διεθνής πρωτοβουλία που στοχεύει στην προώθηση της Πληροφορικής (Επιστήμη Υπολογιστών ή Υπολογιστική) και της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών/τριών όλων των ηλικιών. Πραγματοποιείται σε σχολεία με τη χρήση υπολογιστών ή κινητών συσκευών. Τα προβλήματα έχουν σχεδιαστεί, για να εισάγουν τους συμμετέχοντες/ουσες σε βασικές έννοιες και μεθόδους της επιστήμης των υπολογιστών. Η ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας Bebras απαιτεί ικανότητες ανάγνωσης και κατανόησης του περιεχομένου των δραστηριοτήτων (της εκφώνησής τους) και ικανότητες χρήσης διαδραστικών εφαρμογών. Καθώς το ενδιαφέρον για τέτοιους διαγωνισμούς στην ουσία προκαλείται από το είδος των προβλημάτων-δραστηριοτήτων που τίθενται, είναι σημαντικό οι δραστηριότητες να είναι ελκυστικές, ευφάνταστες, και ευρηματικές και να εκπλήσσουν τους συμμετέχοντες/ουσες. Επομένως, τα προβλήματα πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά (Dagienė & Futschek, 2008). Το 2007, ορισμένα ενεργά μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής του Bebras πρότειναν τα ακόλουθα θέματα για τους διαγωνισμούς Bebras στο πεδίο της πληροφορικής και του ψηφιακού γραμματισμού:

INF κατανόηση πληροφοριών

Αναπαράσταση (συμβολική, αριθμητική, οπτική)
Συγγραφή κώδικα, κρυπτογράφηση
ALG αλγοριθμική σκέψη
Συμπεριλαμβανομένων άλλων πτυχών του προγραμματισμού
USE χρήση υπολογιστικών συστημάτων
Π.χ. μηχανές αναζήτησης, email, spread sheets, κτλ.
Γενικές αρχές και όχι συγκεκριμένα συστήματα
STRUC Δομές, μοτίβα και ακολουθίες
Combinatorics
Διακριτές δομές (γραφήματα, κτλ.)
PUZ Puzzles
Λογικά puzzles
Παίγνια (mastermind, minesweeper, etc.)
SOC Πληροφορική και Κοινωνία
Κοινωνικά, ηθικά, πολιτισμικά, διεθνή, νομικά ζητήματα

Η Διεθνής Οργανωτική Επιτροπή Bebras χρησιμοποιεί τα ακόλουθα κριτήρια για τη διαμόρφωση των κατάλληλων προβλημάτων/δραστηριοτήτων:

Οι δραστηριότητες είναι ανεξάρτητες από συγκεκριμένα υπολογιστικά συστήματα:

Δεν γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένα λειτουργικά συστήματα, γλώσσες προγραμματισμού, λογισμικά εφαρμογών. Ότι είναι απαραίτητο για την κατανόηση της δραστηριότητας ορίζεται και εξηγείται με σαφήνεια στη διατύπωση του προβλήματος.

Οι δραστηριότητες διατυπώνονται με σαφήνεια μέσα από μια εύκολα κατανοητή εκφώνηση:

Κατάλληλη χρήση γλώσσας και περιεχόμενο ασκήσεων με βάση το επίπεδο των μαθητών/τριών. Χρήση εικόνων, παραδειγμάτων, αφηγηματικών στοιχείων, διαδραστικών στοιχείων.

Οι δραστηριότητες δεν περιέχουν αναφορές σε στερεότυπα (έμφυλα, θρησκευτικά, πολιτισμικά, κ.α.)

Οι δραστηριότητες έχουν ψυχαγωγικά χαρακτηριστικά:

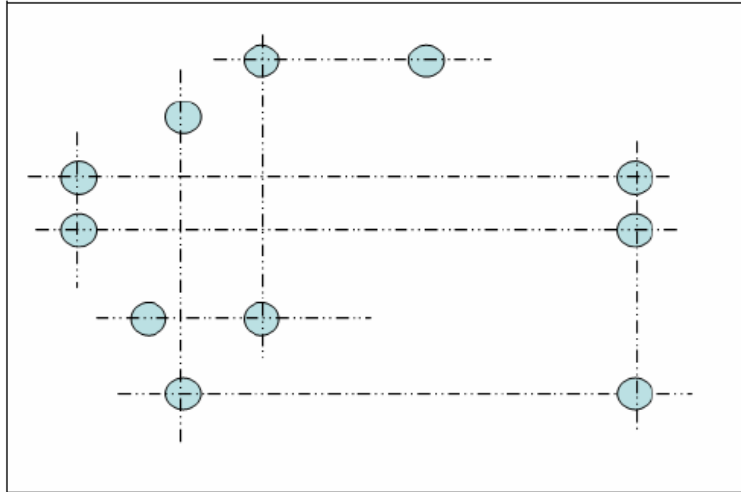
Είναι απαιτητικές, περιλαμβάνουν ενέργειες που προκαλούν ενδιαφέρον και εξιτάρουν τους μαθητές/τριες.

Τα προβλήματα που δίνονται είναι κλιμακούμενης δυσκολίας και απαιτούν περίπου 1 έως 4 λεπτά, για να επιλυθούν.

Παραδείγματα Προβλημάτων

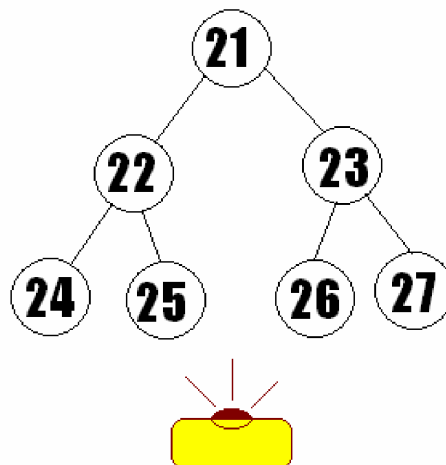
Το ακόλουθο είναι πρόβλημα αλγοριθμικής σκέψης (ALG), καθώς η λύση απαιτεί τη διερεύνηση όλων των διαφορετικών τρόπων κατασκευής γεφυρών. Υπάρχει δυνατότητα διαδραστικής κατασκευής γεφυρών που καταμετρώνται αυτόματα και μπορούν να επανασχεδιαστούν. Η όλη δραστηριότητα παραπέμπει σε μάθηση που βασίζεται σε παιχνίδια.

Ο Beaver ανακάλυψε μια σειρά από νησιά σε μια λίμνη και αποφάσισε να χτίσει γέφυρες, για να συνδέσει τα νησιά. Ο Beaver ακολουθεί τους εξής κανόνες: οι γέφυρες πρέπει να κατασκευαστούν, τηρώντας τον προσανατολισμό Ανατολή-Δύση και Βορράς-Νότος και δεν πρέπει να αλληλοεπικαλύπτονται. Βοηθήστε τον Beaver να χτίσει όσο το δυνατόν περισσότερες γέφυρες. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το ποντίκι για να συνδέσετε ζεύγη νησιών.



Το επόμενο πρόβλημα εστιάζει στον σωρό “Heap”. Η δραστηριότητα πλαισιώνεται από ένα σενάριο που ευνοεί μια πιο εύκολη και διαισθητική κατανόηση της έννοιας του σωρού.

Για να φτιάξετε μια ομαδική φωτογραφία με 7 κάστορες, είναι απαραίτητο οι μικρόσωμοι κάστορες να στέκονται μπροστά και οι μεγαλόσωμοι πίσω. Δυστυχώς, οι κάστορες στέκονται σε λάθος θέσεις. Στην γραφική αναπαράσταση οι κάστορες συνδέονται με μία γραμμή· στο πίσω μέρος της πρέπει να βρίσκεται ο πιο μεγαλόσωμος κάστορας και στο μπροστινό ο πιο μικρόσωμος. Η μοναδική ενέργεια που μπορείτε να κάνετε, για να αναδιαταχθούν οι κάστορες, είναι να ανταλλάξετε θέση σε οποιοσδήποτε δύο κάστορες της ομάδας. Ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός ανταλλαγών-ενεργειών, ώστε οι κάστορες να είναι έτοιμοι για φωτογράφιση; Παρακαλώ να κάνετε όσο το δυνατό λιγότερες αλλαγές, επιλέγοντας με το ποντίκι ζευγάρια καστόρων.



Η Ώρα του Κώδικα (The Hour of Code - HoC)

Η HoC ξεκίνησε το 2013 ως δραστηριότητα που προγραμματίστηκε στην Εβδομάδα Εκπαίδευσης της Επιστήμης Υπολογιστών, σε συνεργασία με μεγάλα ονόματα της βιομηχανίας λογισμικού (Microsoft, Google, Apple, Bill Gates, Mark Zuckerberg). Το

Code.org είναι ο οργανωτικός φορέας του Hour of Code. Ιδρύθηκε το 2012 και το όραμά του είναι κάθε μαθητής/τρια σε κάθε σχολείο να έχει την ευκαιρία να μάθει Πληροφορική. Επίσης, οραματίζεται την αύξηση της συμμετοχής των γυναικών και άλλων υποεκπροσωπούμενων ομάδων στην επιστήμη των υπολογιστών. Το Code.org στοχεύει να φέρει τον προγραμματισμό στο προσκήνιο και να ευαισθητοποιήσει το κοινό σχετικά με το ζήτημα. Παρόλο που η κύρια προσφορά της HoC βασίζεται σε μια διαδικτυακή δραστηριότητα, υπάρχει και η "unplugged" έκδοσή της. Η εναλλακτική "unplugged" έκδοση είναι διαφορετική από τη διαδραστική έκδοση που προορίζεται για τους υπολογιστές, καθώς προτείνει διαφορετικές εργασίες που εστιάζουν περισσότερο σε μεθοδολογικά ζητήματα, παρά στην κωδικοποίηση.

Οι δραστηριότητες HoC βασίζονται σε παιχνίδια. Οι μαθητές/τριες μπορούν να μάθουν βασικά στοιχεία της επιστήμης των υπολογιστών παίζοντας ένα παιχνίδι. Τα μαθήματα/σεμινάρια «Hour of Code» διδάσκουν στους μαθητές/τριες πώς να χρησιμοποιούν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και τη λογική τους, για να κερδίσουν στα παιχνίδια. Τα μαθήματα/σεμινάρια παρέχονται διαδικτυακά και λειτουργούν σε υπολογιστές ή κινητές συσκευές. Έχουν σχεδιαστεί για όλες τις ηλικίες και είναι διαθέσιμα σε περισσότερες από 45 γλώσσες (Du, Wimmer και Rada, 2018). Πολλοί ιστότοποι, συμπεριλαμβανομένων των Tynker, Lightbot, Codecademy, Scratch και Khan Academy, προσφέρουν δωρεάν διαδικτυακά σεμινάρια, για να διδάξουν σε μαθητές/τριες (ηλικίας 4–104 ετών) βασικές έννοιες προγραμματισμού σε μία ώρα. Υπάρχουν επιλογές για κάθε ηλικία και επίπεδο εμπειρίας. Επίσης, οι δραστηριότητες HoC είναι αυθόρμητες.

Οι δραστηριότητες HoC αποτελούν ένα βήμα, ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές/τριες ότι η επιστήμη των υπολογιστών είναι διασκεδαστική και δημιουργική. Τα ευρήματα μελετών υποδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες/ουσες ενδιαφέρθηκαν πολύ περισσότερο για τον προγραμματισμό, αφού δοκίμασαν τα σεμινάρια, και εκδήλωσαν ενδιαφέρον να μάθουν περισσότερα για την Πληροφορική. Εκατομμύρια από τους συμμετέχοντες/ουσες καθηγητές/τριες και μαθητές/τριες αποφάσισαν να αφιερώσουν πολύ περισσότερο χρόνο και πολλοί αποφάσισαν να εγγραφούν σε ένα ολόκληρο μάθημα ή και να ακολουθήσουν το πεδίο της Πληροφορικής στις σπουδές τους. Οι δραστηριότητες HoC καλλιεργούν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, λογική και δημιουργικότητα. Η HoC δημιουργεί ευκαιρίες για όλους τους μαθητές/τριες (αγόρια και κορίτσια), απ' όπου κι αν προέρχονται, να γνωρίσουν όλοι/ες μαζί την επιστήμη των υπολογιστών σε διεθνές επίπεδο (Wilson, 2014). Το Code.org παράγει τακτικά νέο υλικό και προγράμματα για την υποστήριξη της διαφορετικότητας και της πολυμορφίας στο πλαίσιο της Επιστήμης των Υπολογιστών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές:

- Aheer, K., Bauer, K., & Macdonell, C. (2020). Internationalizing the Student Experience Through Computing for Social Good. In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 434-440).
- Bell T. & Vahrenhold J. (2018). CS Unplugged—How Is It Used, and Does It Work?. In: Böckenhauer HJ., Komm D., Unger W. (eds) *Adventures Between Lower Bounds and Higher Altitudes. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11011. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98355-4_29
- Bell, T. & Lodi, M. (2019). Constructing Computational Thinking Without Using Computers. *Constructivist foundations, Vrije Universiteit Brussel, Special Issue "Constructionism and Computational Thinking"*, 14 (3), 342-351.
- Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender Diversity in STEM Disciplines: A Multiple Factor Problem. *Entropy*, 21(1), 30. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/e21010030>



- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association* (pp. 1–25). Vancouver, Canada.
- Carmichael, G. (2008). Girls, Computer Science, and games. *SIGCSE Bull.*, 40(4), 107–110.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C. & Woollard, J. (2015). Computational thinking A guide for teachers. Technical report. Computing at Schools, 2015.
- Dagienė, V., & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. In *International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives* (pp. 19-30). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dee, T. & Gershenson, S. (2017). Unconscious Bias in the Classroom: Evidence and Opportunities. Mountain View, CA: Google Inc. Retrieved from <https://goo.gl/O6Btqi>.
- Du, J., Wimmer, H. & Rada, R. (2018). “Hour of Code”: A Case Study. *Information Systems Education Journal*, 16(1), 51.
- Duncan, C. & Bell, T. (2015). A Pilot Computer Science and Programming Course for Primary School Students. In *Proceedings of the 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education - WiPSCE '15*, ACM, pp. 39-48.
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E.(2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97.
- Google LLC & Gallup, Inc. (2016). Diversity Gaps in Computer Science: Exploring the Underrepresentation of Girls, Blacks and Hispanics. Retrieved from <https://news.gallup.com/reports/196331/diversity-gaps-computer-science.aspx>
- Google LLC & Gallup, Inc. (2020). Current Perspectives and Continuing Challenges in Computer Science Education in U.S. K-12 Schools. Retrieved from <https://services.google.com/fh/files/misc/computer-science-education-in-us-k12schools-2020-report.pdf>
- Namukasa, I. K., Kotsopoulos, D., Floyd, L., Weber, J., Kafai, Y. B., Khan, S., et al. (2015). From computational thinking to computational participation: Towards achieving excellence through coding in elementary schools. In G. Gadanidis (Ed.), *Math + coding symposium*. London: Western University.
- National center for women & Information Technology – NCWIT (2018). Computer Science Is for Everyone: A toolkit for middle and high schools to increase diversity in computer science education. Retrieved from <https://www.ncwit.org/resources/computer-science-everyone-toolkit-middle-and-high-schools-increase-diversity-computer>
- Nishida, T., Kanemune, S., Idosaka, Y., Namiki, M., Bell, T., & Kuno, Y. (2009). A CS unplugged design pattern. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1), 231-235.
- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment. In *proceedings of the 2016 ACM conference on innovation and technology in computer science education* (pp. 95-100).
- Wilson, C. (2014). Hour of code: we can solve the diversity problem in computer science. *ACM Inroads*, 5(4), 22-22.

