

Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

STEM και κοινωνικές προκλήσεις



Παγκόσμιες προκλήσεις: Οι νέες εξελίξεις σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο και η αναμόρφωση της εκπαίδευσης- - Μια ανάγκη για ανανεωμένη προσέγγιση στα μοντέλα διδασκαλίας της επιστήμης

Ζούμε σε μια εποχή που τα πάντα γύρω μας αλλάζουν συνεχώς. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία διαρκώς επεκτείνεται σε κάθε τομέα και επηρεάζει καθοριστικά το μέλλον μας. Συνέπεια όλων αυτών είναι η αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος σκέφτεται και ενεργεί. Οι συνεχώς εξελισσόμενες ψηφιακές τεχνολογίες απαιτούν από τον άνθρωπο να αποκτά διαρκώς νέες ικανότητες για να μπορέσει να συμπορευτεί με τις ανάγκες της εποχής του. Ακούμε καθημερινά για νέα τεχνολογικά επιτεύγματα, για ταξίδια σε άλλους πλανήτες, για ρομπότ, για αυτοκίνητα χωρίς οδηγό, αλλά και για προβλήματα που θα κληθεί η ανθρωπότητα να αντιμετωπίσει άμεσα, όπως η κλιματική αλλαγή και τα ενεργειακά αποθέματα. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι η εκπαίδευση, η οποία δεν είναι μια διαδικασία απλής μετάδοσης πληροφοριών, αλλά μια δυναμική διαδικασία συνεχούς εξέλιξης, αναστοχασμού και προβληματισμού, δε νοείται να μείνει ανεπηρέαστη και θα πρέπει να προσαρμοστεί κατάλληλα για να ανταποκριθεί στα νέα δεδομένα. Έτσι, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή νέων διδακτικών προσεγγίσεων και πρακτικών είναι απαραίτητα για να μπορέσει ο άνθρωπος να υλοποιήσει τους στόχους του.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στην εκπαίδευση όλο και περισσότερο η ανάγκη αναπλαισίωσης των εκπαιδευτικών προγραμμάτων με τρόπο που αυτά να ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου (Riopel et Smyrniou, 2016). Οι μαθητές/ τριες καλούνται να αντιμετωπίσουν τον συνεχώς μεταβαλλόμενο κόσμο και να ορίσουν την θέση τους σε αυτόν. Ο επαναπροσδιορισμός των διδακτικών μεθόδων και η μεταρρύθμιση των εκπαιδευτικών συστημάτων ώστε να συντελεστεί η μετάβαση από παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας σε σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα με καινοτόμες εκπαιδευτικές πρακτικές είναι αναγκαίος, ώστε να εφοδιαστούν πολύπλευρα οι μαθητές/τριες (Riopel et Smyrniou, 2016).

Η προσέγγιση STEM στην εκπαίδευση

Στα περισσότερα αναλυτικά προγράμματα σπουδών έχει ενταχθεί εδώ και χρόνια η προσέγγιση STEM (Altan & Ercan, 2016). Ο όρος STEM εισήχθη το 1990 από το National Science Foundation (NSF) ως ακρωνύμιο των Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), και Mathematics (Μαθηματικά). (Bybee, 2010)

Πρόκειται για μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση που αξιοποιεί 4 κλάδους: Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά (αγγλικά: Science, Technology, Engineering, Mathematics). Η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM είναι μια προσπάθεια συνδυασμού της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών σε μια τάξη, βασιζόμενη σε συνδέσεις μεταξύ των διδακτικών αντικειμένων και πραγματικών προβλημάτων του κόσμου (Asunda & Mativo, 2016). Πιο συγκεκριμένα, το S (Science) αφορά



τις Φυσικές επιστήμες. Οι μαθητές μετατρέπονται σε μικρούς επιστήμονες και ερευνητές και προσπαθούν να εξερευνήσουν, να ανακαλύψουν και να καταλάβουν πώς λειτουργεί ο κόσμος γύρω τους, ακολουθώντας τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου (πρόκληση ενδιαφέροντος, παρατήρηση, διαμόρφωση ερωτήσεων και υποθέσεων, σχεδιασμός και εκτέλεση πειραμάτων, συλλογή δεδομένων, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, συζήτηση, γενίκευση συμπερασμάτων και διατύπωση θεωριών) (Bardige & Russel, 2014). Το T (Technology) αφορά την Τεχνολογία, τα ψηφιακά μέσα και τα εργαλεία που υποστηρίζουν την εκπαιδευτική διαδικασία και βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν στην πράξη βασικές λειτουργίες εργαλείων, συνδέοντας έτσι τη θεωρία με την πράξη. Το E (Engineering) αφορά στη Μηχανική που αποτελεί βασικό παράγοντα για την επίλυση των προβλημάτων. Οι μαθητές σχεδιάζουν και υλοποιούν κατασκευές ως μηχανικοί και προβληματίζονται με θέματα που αφορούν τα δομικά υλικά, την αντοχή και τη στατικότητα των κατασκευών τους. Το M (Math) αφορά τα Μαθηματικά. Τα παιδιά κατά την εκπαιδευτική διαδικασία μετρούν αποστάσεις, κατασκευάζουν γεωμετρικά σχήματα, μοτίβα, συγκρίνουν μεγέθη, εμβαθύνοντας με αυτόν τον τρόπο σε σημαντικές μαθηματικές έννοιες και κατανοώντας τη σπουδαιότητα των Μαθηματικών στη ζωή μας.

Σχεδόν σε κάθε μοντέλο ολοκληρωμένης STEM εκπαίδευσης στόχος είναι οι μαθητές να προσεγγίσουν γνώσεις για υπό εξέταση έννοιες μέσα από διαδικασίες επίλυσης μη πλακισωμένων προβλημάτων (problem solving skills), μέσα από την ενασχόλησή τους με αυθεντικά προβλήματα της καθημερινής ζωής (real-world problems και «μεγάλες ιδέες») (El-Deghaidy & Mansour, 2015).

Η εκπαίδευση STEM ουσιαστικά αποτελεί μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση όπου αυστηρές ακαδημαϊκές έννοιες συνδυάζονται με προβλήματα του πραγματικού κόσμου (English Lyn, 2016), καθώς οι μαθητές εφαρμόζουν τις Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά σε πλαίσια που συνδέουν το σχολείο, την κοινότητα, την εργασία και τις παγκόσμιες επιχειρήσεις, επιτρέποντας την ανάπτυξη του εγγραμματος STEM.

Η εκπαίδευση STEM συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και την επίλυση προβλημάτων μέσω της επιστημονικής σκέψης. Σχεδιάστηκε για να καλλιεργήσουν οι μαθητές κριτική σκέψη και δημιουργικές και καινοτόμες ιδέες μέσα από τη χρήση νέων τεχνολογιών (Hoisington, & Winokur, 2015). Σκοπός της είναι να διαμορφώσει μια σύγχρονη βιωματική διαδικασία που περιλαμβάνει πραγματικές πρακτικές εφαρμογές, φέρνοντας τους μαθητές πιο κοντά στην πραγμάτωση μιας ολιστικής εκπαίδευσης. Στην διδακτική αυτή προσέγγιση δίνεται έμφαση στην ανακαλυπτική και διερευνητική μάθηση, μέσα από ελκυστικές δραστηριότητες (Jang, 2016). Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία, καλλιεργούν νέες δεξιότητες, λειτουργούν συνεργατικά μέσα σε μια ομάδα και προσπαθούν να βρουν από κοινού λύσεις στα ζητήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν, ενώ παράλληλα γίνονται πιο κοινωνικοί και εξωστρεφείς. Ο εκπαιδευτικός είναι υποστηρικτικός και καθοδηγητικός, είναι δίπλα στους μαθητές στην προσπάθειά τους να ανακαλύψουν και να οικειοποιηθούν την γνώση και τους δίνει ερεθίσματα και κίνητρα να ανακαλύψουν τον κόσμο γύρω τους και να αξιοποιήσουν τις δυνατότητές τους στο έπακρο, καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Kelley & Knowles, 2016). Χρησιμοποιεί



τις ερωτήσεις, το διάλογο, την διατύπωση προβληματισμών, τον αναστοχασμό, προκειμένου να ενθαρρύνει τους μαθητές να σκέφτονται με πιο ολιστικό και αποτελεσματικό τρόπο. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, καλλιεργείται η κριτική σκέψη, η συνεργασία, ο σεβασμός στην προσωπικότητα του άλλου, γεφυρώνονται τυχόν διαφορές και ενθαρρύνεται η καινοτομία μέσα από τον συνδυασμό των επιστημονικών αυτών κλάδων (Mitts, 2016).

Βασικά στοιχεία της STEM εκπαίδευσης αποτελούν τα 5E του αναλυτικού προγράμματος (5E MODEL), τα οποία χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την εκπαιδευτική διαδικασία με τέτοιο τρόπο που να ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών, την ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της κριτικής τους σκέψης. Πιο αναλυτικά, αυτά τα 5E είναι:

- **Εμπλοκή (Engage):** στην αρχή της εκπαιδευτικής διαδικασίας ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών του και να τους εμπλέξει ενεργά στο θέμα, θέτοντάς τους ερωτήσεις που διεγείρουν την περιέργειά τους.
- **Εξερεύνηση (Explore):** οι μαθητές συμμετέχουν στις δραστηριότητες, πειραματίζονται, ανακαλύπτουν έννοιες, εμβαθύνουν και κατακτούν τη γνώση μέσα από τη δική τους προσωπική έρευνα.
- **Εξήγηση (Explain):** μετά το στάδιο του πειραματισμού, οι μαθητές μοιράζονται τις ιδέες τους και τις ανακαλύψεις τους με την καθοδήγηση και την υποστήριξη πάντα του εκπαιδευτικού.
- **Εφαρμογή (Elaborate):** οι μαθητές στη φάση αυτή χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους, νεοαποκτηθείσες και πρότερες, τις γενικεύουν και προσπαθούν να τις εφαρμόσουν σε νέες καταστάσεις.
- **Εκτίμηση (Evaluate):** στο τέλος της εκπαιδευτικής διαδικασίας πραγματοποιείται η αξιολόγηση για να διαπιστωθεί αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει και σε ποιο βαθμό τις έννοιες που διδάχτηκαν και αν είναι σε θέση να τις εφαρμόσουν σε αντίστοιχες καταστάσεις. η αξιολόγηση μπορεί ακόμα να πραγματοποιείται καθ'όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω δραστηριοτήτων ή σύντομων quiz.

Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και την επίλυση προβλημάτων μέσω της επιστημονικής σκέψης και της καινοτομίας. Μαθητές που θα συμμετέχουν και θα ολοκληρώσουν μια εκπαίδευση STEM θα είναι σε θέση να σκέφτονται “έξω από το κουτί” (Ortiz-Revilla, et. al. 2020), να προσεγγίζουν με ερωτήσεις ένα πρόβλημα, να σχεδιάζουν την πορεία της έρευνας για τη συλλογή στοιχείων και δεδομένων, να εξάγουν αποτελέσματα και συμπεράσματα τα οποία θα γενικεύσουν και θα εφαρμόσουν και σε άλλες ανάλογες περιπτώσεις. Επιπλέον, αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη και τη δημιουργικότητά τους καθώς εξετάζουν ένα πρόβλημα από πολλές και διαφορετικές οπτικές γωνίες. Μαθαίνουν να συνεργάζονται και να λειτουργούν ομαδικά για ένα καλύτερο αποτέλεσμα, ενώ παράλληλα όταν φέρνουν εις πέρας περίπλοκα και απαιτητικά έργα ενισχύουν την αυτοεκτίμησή τους, την επιθυμία τους και το ενδιαφέρον τους για μάθηση. Ακόμα, αποκτούν βασικές και ουσιαστικές γνώσεις στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, τις οποίες στη συνέχεια μπορούν να τις χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά και δημιουργικά για



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

την επίλυση άλλων προβλημάτων, παίρνουν πρωτοβουλίες, αναπτύσσουν δεξιότητες που απαιτούνται για την κατανόηση του ταχέως εξελισσόμενου τεχνολογικά κόσμου γύρω τους (Smyrnaioi et. al. 2017). Τέλος, η STEM εκπαίδευση προετοιμάζει τους μαθητές για τα επαγγέλματα του μέλλοντος, για τη σταδιοδρομία τους σε τομείς που στο μέλλον αναμένεται να έχουν μεγάλη ζήτηση, όπως αυτοί των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας και της Πληροφορικής.

Με βάση όλα τα παραπάνω, η εκπαίδευση STEM συμβάλλει στη ανάπτυξη μαθητών που είναι έτοιμοι να ανταγωνιστούν στον σύγχρονο κόσμο, στη δημιουργία μελλοντικών επιστημόνων, τεχνολόγων, μαθηματικών, μηχανικών, φυσικών που θα είναι σε θέση να καινοτομήσουν με νέες εφευρέσεις και να βοηθήσουν στην ανάπτυξη νέων επαγγελματικών ευκαιριών στον 21^ο αιώνα (Smyrnaioi et. al. 2016).

STEM και σύγχρονες κοινωνικές προκλήσεις

Παρά την έμφαση που έχει δοθεί κατά καιρούς στην εκπαίδευση STEM, σημαντικές ελλείψεις στα εκπαιδευτικά συστήματα και πολλαπλές κοινωνικές προκλήσεις σήμερα παρεμποδίζουν την ισότιμη συμμετοχή όλων των μαθητών και μαθητριών και συνεπώς των ευκαιριών που παρουσιάζονται, ώστε να ξεδιπλώσουν το ταλέντο τους στην επιστήμη (Science Education for Responsible Citizens, European Committee). Από την άλλη, σε μια αυτοματοποιημένη κοινωνία στην 4^η και 5^η Βιομηχανική Επανάσταση, ο σύγχρονος πολίτης δεν μπορεί να είναι τεχνολογικά εξειδικευμένος, αλλά κοινωνικά ανενεργός.

Η εξέλιξη και η εφαρμογή των STEM πεδίων φέρνουν μαζί τους και σημαντικές κοινωνικές προκλήσεις και προβλήματα που επηρεάζουν την κοινωνία με ποικίλους τρόπους. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- **Η ανισότητα στην πρόσβαση.** Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει για την ενίσχυση της συμμετοχής των γυναικών και των μειονοτήτων στο STEM, η ανισότητα αυτή παραμένει. Οι γυναίκες, οι μειονοτικές ομάδες αλλά και άτομα με χαμηλό οικονομικό υπόβαθρο αντιμετωπίζουν εμπόδια στη πρόσβαση στην εκπαίδευση STEM αλλά και σε ισάξιες επαγγελματικές ευκαιρίες στους τομείς αυτούς.
- **Οι αλλαγές στην αγορά εργασίας.** Η συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας απαιτεί και τη συνεχή αναβάθμιση δεξιοτήτων και επιμόρφωση των εργαζόμενων. Παραδοσιακές θέσεις εργασίας επιπλέον αντικαθίσταται από μηχανές με αποτέλεσμα να δημιουργούν αβεβαιότητα σε όσους δεν έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικά προγράμματα για τις νέες τεχνολογίες.
- **Η κλιματική κρίση και οι περιβαλλοντικές προκλήσεις.** Πολλές από τις τεχνολογικές καινοτομίες αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, όμως η ανάπτυξη των τεχνολογιών έχει αρνητικό αντίκτυπο για το περιβάλλον, καθώς εξαντλούνται φυσικοί πόροι.
- **Το ψηφιακό χάσμα.** Η άνιση πρόσβαση στην τεχνολογία και τις ψηφιακές δεξιότητες μπορεί να οδηγήσει σε κοινωνική απομόνωση και ανισότητες πληθυσμούς με χαμηλότερη τεχνολογική ανάπτυξη ή περιορισμένη πρόσβαση στην εκπαίδευση.



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

Για το λόγο αυτό καθίσταται αναγκαίο οι μαθητές/τριες να διαπραγματεύονται σύγχρονες έννοιες των γνωστικών αντικειμένων που διδάσκονται ή ακόμα και να έρχονται σε επαφή με γνωστικά αντικείμενα εκτός Προγραμμάτων Σπουδών, τα οποία αναδεικνύουν τον σύγχρονο προβληματισμό τους. Αυτή η επικαιροποίηση της γνώσης είναι κρίσιμη, όχι μόνο γιατί οι επιστημονικές εξελίξεις προχωρούν με γρήγορους ρυθμούς, αλλά και γιατί η επιστήμη μπορεί να τεθεί στην υπηρεσία της κοινωνίας. Η σύγχρονη επιστημονική έρευνα εμπλέκεται σήμερα σε ευρύτερα κοινωνικά προβλήματα (ενέργεια, περιβάλλον, βιοτεχνολογία), διαπερνώντας έτσι όλο και περισσότερο την καθημερινή ζωή και τον προβληματισμό των πολιτών (Smyrnaïou et al. 2016). Η πραγματικότητα αυτή δημιουργεί την αναγκαιότητα εξασφάλισης του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών-μελλοντικών πολιτών και της ανάπτυξης συγκεκριμένων ικανοτήτων για την επιτυχή αντιμετώπιση των απαιτήσεων που θέτουν οι σύγχρονες επιστημονικά-τεχνολογικά προσανατολισμένες κοινωνίες.

Οι κοινωνικές αυτές αναγκαιότητες δικαιολογούν τη σημαντική θέση που έχει και θα πρέπει να έχει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με την προσέγγιση STEM στο εκπαιδευτικό σύστημα αλλά με μια αναπλαισιωμένη εκδοχή, και αντανακλώνται στους στόχους των σύγχρονων Προγραμμάτων Σπουδών για επιστημονικό εγγραμματισμό (Σμυρναίου, 2017), για εφαρμογή των γνώσεων σε προβλήματα της καθημερινότητας, και για την ανάπτυξη κριτικής-δημιουργικής σκέψης και επικοινωνιακών-συνεργατικών ικανοτήτων.

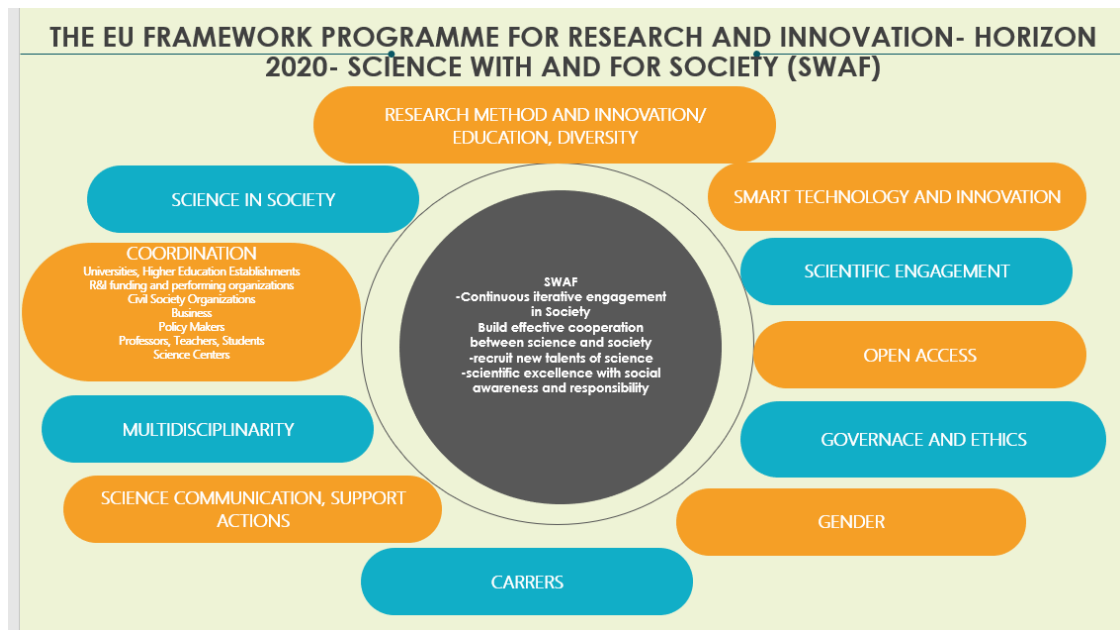
Έτσι, **η Επιστήμη με και για την Κοινωνία (Science with and for Society)**¹ αποτελεί ένα όραμα συνδέοντας δημιουργικά το σχολείο με την κοινωνία και προσφέροντας γέφυρες για την εφαρμογή της γνώσης στην επίλυση κοινωνικών ζητημάτων και στην συγκρότηση της ταυτότητας του ενεργού πολίτη. Το εκπαιδευτικό σύστημα οφείλει να καταπιάνεται και με θέματα που αφορούν στις σύγχρονες κοινωνικές προκλήσεις, την ισότητα φύλων, την πολιτειότητα, τα ζητήματα ανοικτής πρόσβασης στην επιστήμη, την επικοινωνία της επιστήμης, την έννοια της συνέργειας, τα ανοιχτά σχολεία στην κοινωνία κτλ².

¹ European Commission. Work Programme Horizon 2018-2020 Science with and for Society. http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

² Citizen Science: Theory and Practice <https://theoryandpractice.citizenscienceassociation.org/>

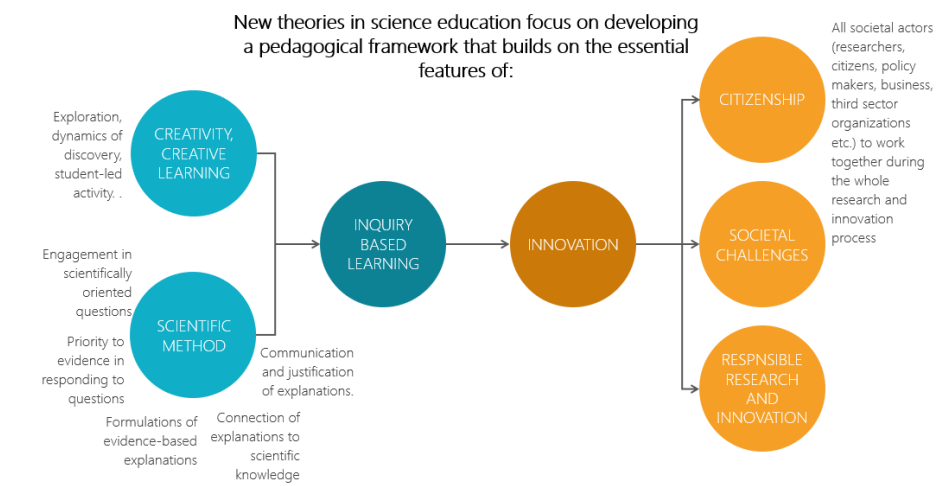


Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025



Παράλληλα, η εκπαίδευση οφείλει να συνδέει την επιστημονική μέθοδο με τη δημιουργικότητα, την ανακαλυπτική μάθηση, την καινοτομία, και την συνείδηση του ενεργού πολίτη με συνεργασία όλων των εκπαιδευτικών φορέων (Smyrniotou et. al., 2017).

The Science with and for Society (SWAF)



Ακολουθώντας τις σύγχρονες ευρωπαϊκές προσεγγίσεις στο πλαίσιο του προγράμματος «Ορίζοντας 2020» με τίτλο «Υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία», το σχολείο λειτουργεί πια ως διασυνδεδετής με την κοινωνία. Η **Υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία (RRI)**³ συνιστά ένα κοινωνικό-επιστημονικό πλαίσιο δράσης, το οποίο αποσκοπεί στην εναρμόνιση της τεχνολογικής και ερευνητικής καινοτομίας με τις ευρύτερες κοινωνικές αξίες και στην συμμετοχή του κοινού στα πεδία της έρευνας και της καινοτομίας, προς την επίτευξη

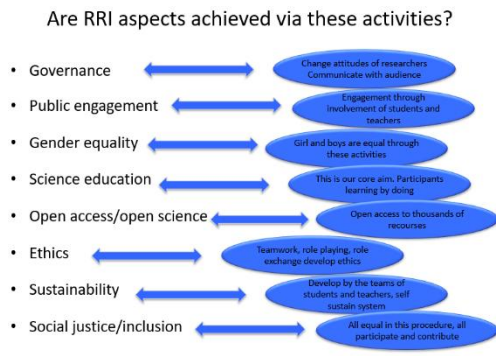
³ RRI for Civil Society Organisations. RRI Tools. [Online] <https://www.rri-tools.eu/el/civil-society-organisations>.



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

κοινωνικά επιθυμητών λύσεων στα πολύπλοκα ζητήματα της σύγχρονης εποχής. Σύμφωνα με τις αρχές της, η επιστημονική έρευνα και η τεχνολογία έχουν κοινωνικές, ηθικές και πολιτικές προεκτάσεις, συνεπώς μπορούν να έχουν αβέβαιες, μη προβλέψιμες επιδράσεις στο κοινωνικό περιβάλλον. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αντιμετωπίζει την RRI ως ένα πλαίσιο που μπορεί να υλοποιηθεί ως απάντηση σε σημαντικές κοινωνικές προκλήσεις, μέσα από την ταυτόχρονη και παράλληλη συμμετοχή πολλών «συμμετοχών» (ερευνητών, πολιτών, χαρακτών πολιτικής, εκπροσώπων κοινωνικών ομάδων, businessmen κλπ), για την συν-δημιουργία νέων

ερευνητικών και τεχνολογικών εγχειρημάτων αλλά και για την ευθυγράμμιση των διαδικασιών αυτών με τις ανάγκες, τις επιθυμίες και τις αξίες της κοινωνίας (Smyrnaioi et. al. 2017).



Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2013), η YEK αποτελείται από έξι βασικούς άξονες που αντιστοιχούν σε καθιερωμένους τομείς ερευνητικής πολιτικής:

- i. **Εμπλοκή:** Η ενεργός και από κοινού συμμετοχή όλων των κοινωνικών φορέων στην διαδικασία της έρευνας και καινοτομίας αναδεικνύοντας τις κοινές αξίες και αρχές με βάση τις οποίες θα συνεργαστούν και θα αναπτύξουν κοινώς αποδεκτές πρακτικές και πλαίσια με στόχο την αντιμετώπιση των κοινωνικών προβλημάτων.
- ii. **Φυλετική ισότητα:** Η αντιμετώπιση της υπό-αντιπροσώπευσης των γυναικών στους τομείς της επιστήμης και της έρευνας, αυξάνοντας τη συμμετοχή τους στα ιεραρχικά επίπεδα και μειώνοντας τα πιθανά εμπόδια που συναντούν κατά τη σταδιοδρομία τους.
- iii. **Ελεύθερη πρόσβαση:** Οι διαδικασίες και τα αποτελέσματα της έρευνας και καινοτομίας πρέπει να είναι ξεκάθαρα και εύκολα προσβάσιμα σε όλους, ενισχύοντας έτσι το πλαίσιο της ειλικρίνειας και της διαφάνειας.
- iv. **Ηθική δεοντολογία:** Οι κοινές αξίες που έχουμε υιοθετήσει ως κοινωνία θα πρέπει να γίνονται σεβαστές στα πλαίσια της έρευνας και καινοτομίας. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η αποδοχή, αλλά και η υψηλή ποιότητα των αποτελεσμάτων.
- v. **Διακυβέρνηση:** Οι πολιτικοί φορείς οφείλουν να διασφαλίζουν την αποτροπή τυχόν επιβλαβών ή ηθικά ανεπίτρεπτων εξελίξεων στα πλαίσια της έρευνας και καινοτομίας.
- vi. **Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες:** ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας προκειμένου να διαμορφώσει τη νέα γενιά των επιστημόνων και ερευνητών, ενισχύοντας παράλληλα την συμμετοχή όλων των φορέων στην διαδικασία της έρευνας και καινοτομίας. Δίνεται έμφαση στην παροχή της απαραίτητης και σχετικής γνώσης σχετικά με τις δυνατότητες, τα αποτελέσματα και τις συνέπειες των επιλογών τους, τη συσχέτιση των επιλογών τους με βάση της κοινές αξίες και αρχές και το σχεδιασμό και την



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

ανάπτυξη διαδικασιών έρευνας και καινοτόμων προϊόντων που ανταποκρίνονται σε αυτά τα πρότυπα.

Στόχοι της εφαρμογής της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας στην εκπαίδευση είναι:

- Να ενισχύσει την κριτική ικανότητα των μαθητών, αλλά και τις δεξιότητες συνεργατικής εκμάθησης.
- Να καλλιεργήσει στους νέους το ενδιαφέρον για την μέχρι στιγμής κεκτημένη επιστημονική γνώση, την σύγχρονη επιστημονική έρευνα, τα αποτελέσματα της.
- Να δημιουργήσει πολίτες ευαισθητοποιημένους επιστημονικά, αλλά και νέους ερευνητές, που μπορούν να παίρνουν κοινωνικο-επιστημονικές αποφάσεις.

Οι μαθητές σε αυτό το πλαίσιο θα καλλιεργήσουν, παράλληλα με τις σύγχρονες επιστημονικές δεξιότητες και την κοινωνικο- συναισθηματική μάθηση. Σύμφωνα με το CASEL (2008) η κοινωνικοσυναισθηματική μάθηση είναι «*μια διαδικασία που βοηθάει παιδιά ακόμη και ενήλικους να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες για την ζωή τους. Η SEL, διδάσκει τις δεξιότητες που όλοι χρειαζόμαστε για να διαχειριζόμαστε τους εαυτούς μας, τις σχέσεις μας με τους άλλους και την δουλειά μας με αποτελεσματικό και ηθικό τρόπο. Αυτές οι δεξιότητες περιλαμβάνουν την αναγνώριση και διαχείριση των συναισθημάτων μας, την ανάπτυξη ενδιαφέροντος και φροντίδας για τους άλλους, την δημιουργία «υγιών» σχέσεων, την λήψη αποφάσεων και την αποτελεσματική επίλυση των προβληματικών καταστάσεων*».

Όπως περιγράφεται από τον οργανισμό της Συνεργατικής Ακαδημαϊκής, Κοινωνικής και Συναισθηματικής Μάθησης (CASEL), η Κοινωνικο-συναισθηματική Μάθηση αφορά τη διαμόρφωση των γνώσεων, των στάσεων και των δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες προκειμένου οι μαθητές να αναγνωρίζουν και να διαχειρίζονται τα συναισθήματά τους, να συμπεριφέρονται ηθικά και υπεύθυνα, να δημιουργούν γόνιμες και υποστηρικτικές σχέσεις, να λαμβάνουν υπεύθυνες αποφάσεις και να αποφεύγουν αρνητικές συμπεριφορές (Σμυρνάιου κα. 2020). Η επίτευξή της προϋποθέτει τη συνεργασία μεταξύ των ίδιων των μαθητών αλλά και μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών, ενώ η εμπλοκή της οικογένειας με την ενθάρρυνση που παρέχει είναι επίσης σημαντική στο να καθορίσει το πώς και το τι μαθαίνουν τα παιδιά (Durlak, et al., 2011). Έτσι, το CASEL (2017) κατέληξε στον παρακάτω ορισμό: «*Η κοινωνική και συναισθηματική μάθηση (SEL) είναι μια διαδικασία μέσα από την οποία τα παιδιά αποκτούν και εφαρμόζουν αποτελεσματικά την γνώση, τις συμπεριφορές και τις δεξιότητες αυτές που είναι απαραίτητες για να καταλάβουν και να ελέγχουν τα συναισθήματά τους, να θέτουν και να πετυχαίνουν στόχους, να νιώθουν το συναίσθημα της ενσυναίσθησης, να δημιουργούν υγιείς σχέσεις και να λαμβάνουν υπεύθυνες αποφάσεις*».

Πιο συγκεκριμένα, το CASEL παρουσιάζει τα πέντε βασικά στοιχεία της SEL:

1. Αυτογνωσία (self-awareness): Η ικανότητα να αναγνωρίζεις τα συναισθήματά σου και πτυχές της προσωπικότητά σου και να καταλαβαίνεις πώς αυτά επηρεάζουν την συμπεριφορά σου (Identifying emotions).



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

2. Αυτό- διαχείριση (self- management): Η ικανότητα να διαχειρίζεσαι τα συναισθήματα σου σε διάφορες καταστάσεις. Να ελέγχεις αποτελεσματικά το άγχος και τις παρορμήσεις (Impulse control). Με τον τρόπο αυτό αποκτάς οργανωτικές δεξιότητες (organizational skills).

3. Κοινωνική γνώση (social awareness): Η ικανότητα να δείχνεις σεβασμό στους άλλους ιδιαίτερα αν προέρχονται από διαφορετικό background (appreciating diversity). Η ικανότητα επίσης να τηρείς τις υποχρεώσεις σου όταν ανήκεις σε ένα κοινωνικό σύνολο είτε αυτό λέγεται οικογένεια, ή ομάδα, ή σχολείο ή κοινωνία.

4. Ανάπτυξη σχέσεων (relationship-skills): Η ικανότητα να δημιουργείς υγιείς σχέσεις με διαφορετικά άτομα. Η ικανότητα δηλαδή να βοηθάς τους άλλους όταν το χρειάζονται και να μη αντιδράς σαν μεμονωμένο άτομο μέσα στην ομάδα (relationship building, team work).

5. Λήψη απόφασης (decision- making): Η ικανότητα να επιλύεις κάποιες καταστάσεις (problem solving), να σέβεσαι και να ακούς την γνώμη των άλλων και να διαπραγματεύεσαι για να καταλήξετε σε μία οριστική απόφαση (negotiation).

Η ανάπτυξη της STEM εκπαιδευτικής προσέγγισης μαζί με τα σύγχρονα αυτά πλαίσια των υπεύθυνων πολιτών, λαμβάνει υπόψη της αυτές τις κοινωνικές προκλήσεις, προκειμένου να δημιουργηθούν λύσεις που προάγουν την κοινωνική ευημερία και την ισότητα, μέσω στοχευμένων προτάσεων:

- **Προώθηση κοινωνικής ένταξης και άμβλυνση των ανισοτήτων.** Η εκπαίδευση STEM παρέχει τα τελευταία χρόνια πολλές ευκαιρίες σε ομάδες που στο παρελθόν ήταν υποεκπροσωπούμενες, όπως οι γυναίκες και οι μειονότητες, ώστε να αποκτήσουν δεξιότητες που βοηθούν στην εξάλειψη των ανισοτήτων και τη δημιουργία ίσων επαγγελματικών ευκαιριών.
- **Επίλυση κοινωνικών προβλημάτων.** Η εκπαίδευση STEM προάγει όπως είπαμε και παραπάνω την καινοτομία. Έτσι οι νέοι στο χώρο εργασίας εξοπλίζονται με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για να μπορέσουν να επιλύσουν προβλήματα όπως η φτώχεια, η κλιματική αλλαγή, η ανισότητα στην πρόσβαση σε βασικούς τομείς.
- **Ανάπτυξη βιώσιμων λύσεων.** Μέσα από την ανάπτυξη της τεχνολογίας, μπορούν να δημιουργηθούν βιώσιμες λύσεις για τις κοινωνικές προκλήσεις, όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή υγειονομική περίθαλψη σε απομακρυσμένες περιοχές με τη δημιουργία μικρών, φορητών ιατρικών εξοπλισμών.
- **Ενίσχυση της κριτικής σκέψης.** Η εκπαίδευση STEM ενθαρρύνει τους μαθητές να σκέφτονται έξυπνα και δημιουργικά και να συνεργάζονται προκειμένου να επιλύουν σημαντικά προβλήματα, γεγονός που αποτελεί το πρώτο βήμα για την αντιμετώπιση πιο σύνθετων κοινωνικών προβλημάτων.



- **Ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας.** Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση ενισχύει τις δεξιότητες των μαθητών, τους εξοπλίζει με καινοτόμες και πρωτότυπες ιδέες, ώστε να είναι ανταγωνιστικοί όταν βγουν στην αγορά εργασίας και να αναπτύξουν νέες επιχειρηματικές λύσεις για την αντιμετώπιση των αναγκών της κοινωνίας μας.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Altan, E. and Ercan, S. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competencies. *Journal of Turkish Science Education*, vol. 13(Special Issue) , 103-117.
2. Asunda, P. and Mativo, J. (2016). Integrated STEM: A New Primer for Teaching Technology Education. *Technology and Engineering Teacher*, vol. 75 .
3. Bardige, K. & Russel, M. (2014). Collections: A STEM-Focused Curriculum, Implementation Guide. Heritage Museums & Gardens Inc.
4. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35
5. El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 51-54.
6. English Lyn D. (2016), STEM education K-12: perspectives on integration, *English International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-8
7. Hoisington, C., & Winokur, J. (2015). Seven strategies for supporting the “E” in young children’s STEM learning. *Science and Children*, 53(1), 44-51.
8. Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284-301.
9. Kelley T. and Knowles J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, vol. 3 (1) .
10. Mitts, C. (2016). Why STEM? *Technology and Engineering Teacher*, vol. 75 (6).
11. Ortiz-Revilla J., Adúriz-Bravo A., & Greca I. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4) , 857–880.
12. Riopel, M. et Smyrniou, Z. (2016). *New Developments in Science and Technology Education*. New York: Springer. 220 p.
13. Riopel, M. & Smyrniou, Z. (2016). *Digital didactics: from specific content learning domains to technologically driven learning outcomes*. Symposium at XVIII CONGRESS AMSE-AMCE-WAER «Teaching and Training Today for Tomorrow», Eskisehir, Turkey, 30 May - 2 June (Symposium).
14. Smyrniou, Z., Sotiriou, M., Sotiriou, S. & Georgakopoulou, E. (2017). Multi-Semiotic systems in STEMS: Embodied Learning and Analogical Reasoning through a Grounded-Theory approach in theatrical performances. *Journal of Research in STEM Education* (submitted).
15. Smyrniou Z., Georgakopoulou E., Sotiriou M., Sotiriou S. (2017). The Learning Science Through Theatre initiative in the context of Responsible Research and Innovation. *Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics (JSCI)*, vol. 15, n 5, pp. 14-22, <http://www.iiisci.org/journal/sci/Contents.asp?var=&Previous=ISS1705>
16. Smyrniou, Z., Riopel, M. et Sotiriou, M. (2016). *Recent Advances in Science and Technology Education, Ranging from Modern Pedagogies to Neuroeducation and Assessment*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing. 390 p.



Γεωργακοπούλου Έλενα, Σπανού Κατερίνα, Φεβρουάριος 2025

17. Σμυρναίου Ζαχαρούλα Γ. (2017). Νέες εξελίξεις στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης στη διδασκαλία και στη μάθηση διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων, Ηρόδοτος, Αθήνα, 2017, ISBN 978-960-485-196-6.
18. Σμυρναίου, Ζ., Αργύρη, Π., Γεωργακοπούλου, Ε. (2020). Ενίσχυση της κοινωνικής και συναισθηματικής μάθησης μέσω διαμεσολαβητικών ψηφιακών εργαλείων στην μετα-κορωνοϊό εποχή. International Journal of Educational Innovation, 2(6), 149 – 160. Ανακτήθηκε από: <https://www.researchgate.net/publication/344344241>

Πρόσθετοι Πόροι

1. **Η σχολική τάξη συναντά τον Επιστήμονα**, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ (2021). Δράσεις δημιουργικότητας και καινοτομίας (Εκπαιδευτές : Σμυρναίου, Ζ., Πανταζοπούλου Ε., Αργύρη, Π.). Πλατφόρμα 21+: Εργαστήρια Δεξιοτήτων: Δημιουργώ και Καινοτομώ. Νηπιαγωγείο-Δημοτικό-Γυμνάσιο, <http://iep.edu.gr/elpsifiako-apothetirio/skill-labs>.
2. **Πρόγραμμα Σπουδών για τη θεματική STEAM**, Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ (2021). (Εκπαιδευτές : Σμυρναίου, Ζ., Γεωργακοπούλου, Ε.). Πλατφόρμα 21+: Εργαστήρια Δεξιοτήτων: Δημιουργώ και Καινοτομώ. Δημοτικό-Γυμνάσιο, <http://iep.edu.gr/elpsifiako-apothetirio/skill-labs>.
3. **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ: Ενδιαφέρομαι και Ενεργώ - Κοινωνική Συναίσθηση και Ευθύνη-ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ** (Εκπαιδευτές : Σμυρναίου, Ζ., Γεωργακοπούλου, Ε., Αργύρη Α.). Πλατφόρμα 21+: Εργαστήρια Δεξιοτήτων: Δημιουργώ και Καινοτομώ. Δημοτικό-Γυμνάσιο
4. (Moby & The Void Pacific Choir - Are You Lost In The World Like Me?)
<https://www.youtube.com/watch?v=VASywEuqFd8&feature=youtu.be>
5. 3D projections by choreographer:
https://www.facebook.com/motamuseum/videos/1338777072852356/?hc_ref=PAGE_S_TIMELINE

Εργαλεία

1. Gamefroot (για να μάθουν οι μαθητές πώς να κωδικοποιούν παιχνίδια, χρησιμοποιείται στο αναλυτικό πρόγραμμα της Ν.Ζηλανδίας)
2. Algodoo (κατασκευάζουν οι μαθητές προσομοιώσεις φυσικής χρησιμοποιώντας διάφορες παραμέτρους)
3. ThePocketLab (εργαλείο συλλογής δεδομένων)

