

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ STEAM ΣΤΗΝ
ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ****ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

Επιστημονικό Πεδίο:

STEAM_ Φυσικές Επιστήμες, Μαθηματικά, Τέχνη

Επίπεδο Εκπαίδευσης:

Πρωτοβάθμια (Δημοτικό), Δευτεροβάθμια (Γυμνάσιο)

Εκπόνηση Προγράμματος:

- 1. Σμυρναίου Ζαχαρούλα, Επίκουρη Καθηγήτρια με γνωστικό αντικείμενο «Διδακτική Θετικών Επιστημών», Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Φιλοσοφική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.**
- 2. Γεωργακοπούλου Ελένη, Υποψήφια Διδάκτωρ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Υπότροφος του ΙΚΥ (Ενίσχυση του ανθρώπινου ερευνητικού δυναμικού μέσω της υλοποίησης διδακτορικής έρευνας) - 2ος Κύκλος, σύμφωνα με την απόφαση της 31ης / 22-8-2018 Συνεδρίας του Διοικητικού Συμβουλίου του ΙΚΥ) και η υλοποίηση της διδακτορικής διατριβής συγχρηματοδοτείται μέσω της Πράξης «ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ» από πόρους του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευσης και Δια Βίου Μάθησης», 2014-2020.**

ΑΘΗΝΑ, 2020

Περιεχόμενα

1. Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών STEAM για την υποχρεωτική εκπαίδευση	3
1.1 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	4
1.2 Η καινοτομική προσέγγιση στο Πρόγραμμα Σπουδών	6
1.3 Σύγχρονες Θεωρίες Μάθησης: Μια νέα οπτική για την εκπαίδευση	9
1.4 Η έρευνα και τα Προγράμματα Σπουδών	15
2. Αρχές συγκρότησης του διδακτικού- μαθησιακού αντικειμένου STEAM για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	19
2.1 Η θέση και η διδασκαλία STEAM στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση 19	
2.2 Σκοποί και στόχοι της διδασκαλίας STEAM	21
2.3 Η διάρθρωση του Προγράμματος Σπουδών STEAM	24
2.4 Φάσεις Δραστηριότητας	29
2.5 Αξιολόγηση των μαθητών	31
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	34
1. Οδηγός Δικτύου Πολλαπλών Προσεγγίσεων της Γνώσης μέσω της Θεματικής STEAM για τη Διαμορφωτική Αξιολόγηση (Smyrnaiou et Georgakopoulou, 2019)	34
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	36
2. Ανακαλύπτοντας το Νετρίνο!	36
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΤΥΠΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	39
3. Μαθηματικά και Τέχνη: Η Έκθεση Μαθηματικών «Όλα είναι αριθμός!» στη σχολική τάξη	39
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	42

1. Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών STEAM για την υποχρεωτική εκπαίδευση

Το Πρόγραμμα Σπουδών για την εισαγωγή της θεματικής προσέγγισης STEAM στην υποχρεωτική εκπαίδευση εκπονήθηκε από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Καταθέτει ένα ολοκληρωμένο, καινοτόμο επιστημονικό πλαίσιο με στόχο να συνδέσει την επιστήμη με την κοινωνία και τον πολιτισμό, να εφαρμόσει καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις για την οικοδόμηση της γνώσης και να καλλιεργήσει στάσεις και δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα σε όλους τους μαθητές και μαθήτριες ώστε να μπορέσουν οι ίδιοι/ες ως αυτόνομες και ολοκληρωμένες προσωπικότητες να αντιμετωπίσουν τις σύγχρονες κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές, περιβαλλοντικές και επιστημονικές προκλήσεις της ανθρωπότητας. Το προτεινόμενο Αναλυτικό Πρόγραμμα στοχεύει στη διαμόρφωση του σύγχρονου πολίτη που θα συμβάλει στη βιώσιμη ανάπτυξη, στη διαμόρφωση της επιστημονικής ηθικής, στη διεθνή κατανόηση και στην οικοδόμηση ενός αλληλέγγυου κλίματος συνεργασίας μεταξύ των χωρών.

Βασικός άξονας του προτεινόμενου Αναλυτικού Προγράμματος είναι η συνεργασία διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων από διαφορετικές περιοχές και πεδία, όλα όμως αρμονικά συνεργαζόμενα, ώστε να βοηθήσουν τον μαθητή να:

- Κατανοήσει βαθιά την επιστημολογική αξία της γνώσης
- Κατανοήσει τις γνωστικές αλλαγές που συντελούνται, όταν οικοδομεί νέες έννοιες, ώστε να επιφέρει την γνωστική αλλαγή
- Συνδέσει τις επιστημονικές έννοιες με την κοινωνική πρακτική και την εφαρμογή αυτών στην επίλυση σημαντικών προβλημάτων
- Μεταθέσει την αποκτηθείσα γνώση σε καθημερινά περιβάλλοντα, ανοίγοντας το σχολείο προς την κοινωνία
- Εμπλακεί συναισθηματικά στη γνώση συναισθανόμενος τις αλλαγές του σημερινού κόσμου
- Καλλιεργήσει πολυεπίπεδες δεξιότητες για να ανταποκριθεί στον σύγχρονο μεταβαλλόμενο κόσμο
- Συνειδητοποιήσει ότι η πολύπλευρη γνώση μέσω της διεπιστημονικότητας και της διαθεματικότητας καταρρίπτει τα όρια μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων και τον βοηθά να μετασχηματιστεί σε σύγχρονο πολίτη
- Εμπλέξει όλες τις μορφές της καλλιτεχνικής έκφρασης, συνδυάζοντας την Τέχνη με την Εκπαίδευση για να αναπτύξει δεξιότητες από τον κόσμο των Φυσικών Επιστημών και άλλων αντικειμένων ώστε να τις μετασχηματίσει σε ικανότητες
- Χρησιμοποιήσει την γνωστική, συναισθηματική, ψυχική, κοινωνιοπολιτισμική καλλιέργειά του για να θέσει την επιστήμη στην υπηρεσία του γενικού καλού

Ειδικότερα, η Επιστήμη συνδυάζεται αρμονικά με την Τέχνη (Smyrναίου, et al. 2016, 2017, 2018, 2019, Kotsari & Smyrναίου, 2016) ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν όχι μόνο τον απαιτούμενο επιστημονικό εγγραμματισμό αλλά παράλληλα να ενισχύσουν όλους τους τύπους νοημοσύνης, ώστε να ενεργοποιηθούν τα κίνητρα για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (Κασσέτα, Σμυρναίου, Σιτσανλής, 2014) μέσα από την έρευνα, τη λήψη αποφάσεων και τη δράση. Κατά την υλοποίηση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες, οι μαθητές προσεγγίζουν τις επιστημονικές έννοιες με πολλαπλούς αναπαραστασιακούς τρόπους,

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

εφαρμόζοντας για πρώτη φορά τις αρχές της Σημειωτικής Παιδαγωγικής (Edu- Semiotics), ώστε να διαμορφώσουν τις νοητικές τους αναπαραστάσεις. Παράλληλα, όμως, αλληλεπιδρούν με νοητικά και χειραπτικά εργαλεία (θεωρίες, γνωστικά σχήματα και κώδικες, σημειωτικά κείμενα και κώδικες, πειραματικό υλικό, καλλιτεχνικά δημιουργήματα) ώστε να εμπλακούν νοητικά/γνωστικά και συναισθηματικά, να διαμορφώσουν μαθησιακές κοινότητες εντός και εκτός τάξης, να συνδιαμορφώσουν τους κανόνες της μάθησής τους και να συνδιαλεγούν επικοινωνώντας την επιστημονική γνώση. Επιπροσθέτως, η πολλαπλή σημειωτική απόδοση των επιστημονικών εννοιών που θα διαπραγματευτούν, μέσω της Ενσώματης Μάθησης και της Καλλιτεχνικής αναπαραστάσης αποτελεί καινοτόμα προσέγγιση της γνώσης και εφαρμόζεται για πρώτη φορά στην εκπαίδευση.

Το παρόν Αναλυτικό Πρόγραμμα συμπυκνώνει όλο το επιστημονικό πλαίσιο στο οποίο εξειδικεύεται το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και ενισχύει όχι μόνο τη λογική της διερευνητικής μάθησης, της βιωματικής μάθησης, της δημιουργικότητας (Smyrναίου, Georgakopoulou, Sotiriou, 2020) και της αξιοποίησης των γνώσεων των μαθητών για την επίλυση προβληματικών καταστάσεων, αλλά προχωρά ένα βήμα παραπέρα, διαμορφώνοντας ένα πλαίσιο συνεργασίας όλης της εκπαιδευτικής κοινότητας (Λαλαζήση, Αργύρη, 2013) ώστε ο μαθητής να ανταποκριθεί στις σύγχρονες προκλήσεις, ο εκπαιδευτικός να αναπλαισιώσει τον ρόλο του και η εκπαίδευση να απαντήσει στα σύγχρονα προβλήματα. Το σχολείο ανοίγει προς την κοινωνία μέσω των “minds on” και “hand on” προσεγγίσεων και μέσω καινοτόμων μαθησιακών περιβαλλόντων, ο μαθητής ανάγεται σε διαμορφωτή της πολύπλευρης γνώσης του, ο εκπαιδευτικός σε συνδιαμορφωτή και σύμβουλο, ώστε να συντελείται η γνωστική και κοινωνικοσυναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στην παιδευτική διαδικασία.

Φιλοδοξία του παρόντος Αναλυτικού Προγράμματος είναι να εφαρμόσει τις σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες της Ενσώματης Μάθησης και της Πολλαπλής Σημειωτικής Παιδαγωγικής για πρώτη φορά στον χώρο της εκπαίδευσης, σε ένα πλαίσιο δημιουργικότητας, ώστε να προσεγγιστούν έννοιες των σύγχρονων Φυσικών Επιστημών και να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η εμπλοκή τους με την επιστήμη και η καλλιτεχνική αποτύπωση των επιστημονικών εννοιών μέσα από όλες τις μορφές Τέχνης (Sutherland, 2013, Smyrναίου et al. 2016, 2017, 2018, 2018, 2019) επιστημονικό θέατρο, ζωγραφική, δημιουργία καλλιτεχνικών επιστημονικών μοντέλων) αποτελεί την νέα προσέγγιση στον ολιστικό σχεδιασμό της εκπαίδευσης. Το προτεινόμενο Πρόγραμμα θα αποτελέσει σημαντική βοήθεια προς τους εκπαιδευτικούς, ώστε να σχεδιάζουν αποτελεσματικά μαθησιακά περιβάλλοντα και ενεργές κοινότητες μάθησης, εφαρμόζοντας καινοτόμες δράσεις στους μαθητές τους, προκαλώντας τους το ενδιαφέρον για την επιστήμη και ευαισθητοποιώντας τους για τα σύγχρονα ζητήματα. Επειδή δε το Πρόγραμμα παρουσιάζει μια ολιστική προσέγγιση από την Πρωτοβάθμια στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, δίνεται η δυνατότητα να μελετηθεί η γνωστική εξέλιξη των μαθητών μακροπρόθεσμα και παράλληλα να προσαρμόζεται δυναμικά το πρόγραμμα σπουδών ανάλογα την ηλικιακή τάξη.

1.1 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

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται όλο και περισσότερο η ανάγκη αναπλαισίωσης των εκπαιδευτικών προγραμμάτων με τρόπο που αυτά να ανταποκρίνονται στις νέες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου (Riopel et Smyrναίου, 2016) . Οι μαθητές/τριες καλούνται να αντιμετωπίσουν τον συνεχώς μεταβαλλόμενο κόσμο και να ορίζουν 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.

Το όραμα για μια εκπαίδευση που θα ενισχύει τις γνώσεις, τις στάσεις και τις δεξιότητες των μαθητών/τριών είναι απόλυτα συμβατό με τον ευρωπαϊκό οραματισμό της εκπαίδευσης και την ανάγκη να έρθουν οι μαθητές/τριες σε επαφή με την ερευνητική σκέψη. Οι νέες θεωρητικές, πρακτικές και επιστημονικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση (Smyrniotou, Riopel & Sotiriou, 2016) δε θα προκαλέσουν μόνο το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για την επιστήμη, αλλά παράλληλα θα τους/τις βοηθήσουν να αναπλαισιώσουν τις γνώσεις τους, να καλλιεργήσουν σύγχρονες δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η δεξιότητα επίλυσης προβλήματος και η κριτική σκέψη και να διαμορφώσουν ενσυνείδητες στάσεις όχι μόνο στα γνωστικά προβλήματα αλλά και στις κοινωνικοπολιτικές και επιστημονικές προκλήσεις.

Στα περισσότερα εκπαιδευτικά ιδρύματα, παρατηρείται σημαντική προσπάθεια ενσωμάτωσης της έννοιας της δημιουργικότητας στα προγράμματα σπουδών STEM και της περαιτέρω προσέλευσης ενδιαφέροντος όλων των μαθητών και μαθητριών με απώτερο στόχο την μελλοντική σταδιοδρομία σε επιστημονικούς κλάδους. Η δημιουργία συνδέσεων μεταξύ του STEM και άλλων κλάδων, όπως η Τέχνη και η Λογοτεχνία, υποστηρίζει τη δημιουργική δυνατότητα σύνδεσης των τεχνών με την επιστήμη και την καινοτομία, ώστε μέσω ρηξικέλευθων μεθόδων να προσπεράσει τα παραδοσιακά στερεότυπα σε σχέση με το φύλο αλλά και την κατανόηση των επιστημονικών εννοιών (STEM) από όλους τους μαθητές.

Με την ενσωμάτωση της δημιουργικότητας μέσα από τις τέχνες, το STEAM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά) προωθεί το STEM ακόμα περισσότερο, εφαρμόζοντας ακόμα πιο ουσιαστικά μια προσέγγιση ισότητας αλλά και μια προσέγγιση «κατανόηση της επιστήμης από όλους» (science for all). Επομένως, το STEAM μπορεί να αποτελέσει τρόπο καταπολέμησης των στερεοτύπων και των προκαταλήψεων σε σχέση με το φύλο και τις επιδόσεις όλων των μαθητών και μαθητριών, δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες και εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που θα υποστηρίξουν τις προσπάθειες όλων των νέων, αντρών και γυναικών και όλων των μαθητών και μαθητριών στην Επιστήμη, την Τεχνολογία και τη Μηχανική.

Παρά την έμφαση που έχει δοθεί κατά καιρούς στην εκπαίδευση STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά), σημαντικές ελλείψεις και μεγάλες ανισότητες 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*). Αναχρονιστικές παιδαγωγικές μέθοδοι, έλλειψη κινήτρων και αδυναμία πρόκλησης ενδιαφέροντος, έλλειψη γυναικείων προτύπων που μεσουρανούν στην επιστήμη, ανύπαρκτη μαθησιακή υποστήριξη για όλους τους μαθητές και κυρίως για τα κορίτσια στις αίθουσες STEM είναι μερικές από τις σύγχρονες προκλήσεις που οφείλουν άμεσα να επιλυθούν.

Σε αυτές τις εξελίξεις το προτεινόμενο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών προσφέρει την επιστημονική, διδακτική και παιδαγωγική τεχνογνωσία για να συνδέσει το σχολείο με την σύγχρονη πραγματικότητα και την κοινωνία με τρόπο επιστημονικά ορθό, καινοτόμο και άμεσο. Με τις εφαρμογές των Σύγχρονων Θεωριών Μάθησης, με την δημιουργία θεωρητικών παιδαγωγικών πλαισίων, με την εισαγωγή καινοτόμων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και την δημιουργική διασύνδεση διαφορετικών τρόπων και μεθόδων οικοδόμησης της γνώσης από τον/την μαθητή/τρια προσφέρει τα απαιτούμενα εφόδια για τον μαθητή του μέλλοντος.

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. Έτσι, η Επιστήμη με και για την Κοινωνία αποτελεί ένα όραμα με ευρωπαϊκό σχεδιασμό που γίνεται πράξη και με το παρόν Αναλυτικό Πρόγραμμα, 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.

1.2 Η καινοτομική προσέγγιση στο Πρόγραμμα Σπουδών

Το εν λόγω Αναλυτικό Πρόγραμμα συνδυάζει για πρώτη φορά τη νοητική συνιστώσα των μαθητών με την παρατηρήσιμη συνιστώσα. Νοητική συνιστώσα καλείται ο συνδυασμός δεξιοτήτων των μαθητών (η νέα γνώση που πρέπει να κινητοποιηθεί) και ικανοτήτων (η νοητική διαδικασία που θα τεθεί σε εφαρμογή, η ενεργοποίηση της ικανότητας). Παρατηρήσιμη συνιστώσα καλείται το τελικό προϊόν μάθησης του μαθητή, η ορατή συμπεριφορά που εκδηλώνει ο μαθητής ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στις δεξιότητες και τις ικανότητες. Στο εν λόγω πρόγραμμα συνδυάζεται για πρώτη φορά:

- Η δυναμική γνώση των μαθητών, δηλαδή οι σύγχρονες έννοιες της Φυσικής και των Μαθηματικών (Αργύρη, Λαλαζήση, 2014) που θα διαπραγματευτούν οι μαθητές και οι λέξεις κλειδιά που θα κινητοποιήσουν τις γνώσεις σε διαφορετικές καταστάσεις προβλήματος. Οι μαθητές διαπραγματεύονται σύγχρονες έννοιες, όπως το νετρίνο, αλλά και έννοιες των Μαθηματικών, όπως η χρυσή τομή με τέτοιο τρόπο ώστε να ακολουθήσουν τα στάδια της διερευνητικής μάθησης και να δράσουν ως μικροί ερευνητές.
- Η δράση των μαθητών ως εργαλείο απόκτησης των γνώσεων και δεξιοτήτων, αλλά και η αναπαραγωγή αυτής της δράσης σε διαφορετικούς χώρους και μαθησιακά περιβάλλοντα. Οι μαθητές καλούνται να αναπαραστήσουν τις νέες έννοιες σε καλλιτεχνικά δημιουργήματα, ακολουθώντας και εφαρμόζοντας πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της επιστημονικής γνώσης. Η Τέχνη δίνει τη δυνατότητα να αναπαρασταθεί η επιστημονική έννοια και να συνδυαστούν έτσι οι διανοητικές και γνωστικές δεξιότητες του μαθητή (*ορίζεται ως γνώση-λέγειν*), με τη συναισθηματική τους ωρίμανση και την αλλαγή των στάσεων και αξιών του (*ορίζεται ως γνώση-είναι*) και την ιδεοκινητική τους δεξιότητα μέσω της ενσώματης αναπαράστασης των επιστημονικών εννοιών (*ορίζεται ως γνώση-πράττειν*). Επομένως, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με επιστημονικές έννοιες και τις αναπαριστούν λεκτικά (μέσω της διερευνητικής μάθησης και των βιωματικών εργαστηρίων), ψηφιακά (μέσω της χρήσης Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών και λογισμικών), καλλιτεχνικά (μέσω της δημιουργίας καλλιτεχνικών τεχνασμάτων) και μέσω του επιστημονικού θεάτρου (ενσώματη αναπαράσταση). Όλες, επομένως, οι συνιστώσες μάθησης συντονίζονται ο μαθητής να κατανοεί τι μαθαίνει, πώς το μαθαίνει, τι θέλει να μάθει και τι χρησιμότητα έχει η νέα του γνώση.
- Η επέκταση της σχολικής γνώσης σε περιβάλλοντα εκτός σχολείου, όπως η διασύνδεση των μαθητών με πανεπιστημιακά και ερευνητικά κέντρα, η επίσκεψη μαθητών σε μουσεία (όπως το Μουσείο Τεχνολογίας) και εκθέσεις Ζωγραφικής και η συνεργασία με τοπικούς φορείς και άλλους επιστήμονες και ειδικούς για τη δημιουργία καλλιτεχνικών προϊόντων την συγκρότηση θεατρικών παραστάσεων (επιστημονικό θέατρο).

Το παρόν Αναλυτικό Πρόγραμμα θέλει να επιτύχει την εισαγωγή νέων επιστημονικών εννοιών στο χώρο της εκπαίδευσης από τις σύγχρονες εξελίξεις στο χώρο της Φυσικής, άρα επιχειρεί να εισάγει νέα επιστημονική γνώση στην εκπαίδευση και να παράλληλα να αναπλαισιώσει έννοιες που υπάρχουν στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών. Το σύγχρονο παιδαγωγικό πλαίσιο της Ενσώματης Αναπαράστασης, των αναπαραστασιακών συστημάτων της γνώσης μέσω της χρήσης της Σημειωτικής Παιδαγωγικής, της δημιουργικότητας, του ανοίγματος του σχολείου σε χώρους εργασίας, ερευνητικά κέντρα και πανεπιστημιακά ιδρύματα αποτελούν τα εργαλεία υλοποίησης της παραπάνω φιλοδοξίας. Έτσι, το πρόγραμμα αναμένει να δημιουργήσει ένα εννοιολογικό δίκτυο πολλαπλών προσεγγίσεων της γνώσης, να οργανώσει συγκεκριμένες μαθησιακές δραστηριότητες με διδακτική ακολουθία και να κινηθεί σε μια διαφορετική κατεύθυνση από την παραδοσιακή γραμμική προσέγγιση.

Στον ελληνικό χώρο, μετά την παραδοσιακή αντίληψη στο σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων, η καινοτόμα προσέγγιση χαρακτηρίστηκε από τη διαμόρφωση ευρέων θεματικών-εννοιολογικών ενοτήτων και την «εις βάθος» πραγμάτευση ενός εννοιολογικού πλαισίου. Στη συνέχεια η τάση που επικράτησε στα νεότερα χρόνια ήταν αυτή της εποικοδομητικής προσέγγισης με ποικιλία διδακτικών τεχνικών και αναδιοργάνωση του περιεχομένου. Βάση αυτού του προγράμματος αποτελούν οι «έννοιες- ιδέες» (εννοιολογικό μοντέλο) με ενδο- κλαδική ή δια- κλαδική επεξεργασία (στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο ή σε συνδυασμό με άλλα γνωστικά αντικείμενα).

Το προτεινόμενο Αναλυτικό Πρόγραμμα προχωρά ένα βήμα παραπέρα, γιατί προτείνει την εισαγωγή ολοκληρωμένης ενότητας STEAM για πρώτη φορά με έναν συνδυαστικό τρόπο:

α) Ακολουθεί **την οργάνωση των μαθησιακών ενοτήτων** με αλληλουχία, ώστε οι ενότητες να είναι συμβατές με την ανάπτυξη του μαθητή (Smyrniou et al.2015) και η ακολουθία των δραστηριοτήτων να έχει νόημα για το υποκείμενο της μάθησης. Ακολουθεί εν μέρει τη δομική ανάλυση (Leclercq, 2006) με την ανάλυση των εννοιολογικών πεδίων (Vergnaud, 2009, 1987), ώστε οι μαθητές να συνδέουν τις έννοιες με προβλήματα στα οποία αποτελούν την απάντηση.

β) Παράλληλα, ακολουθεί τη λογική **της οργάνωσης των μαθησιακών ακολουθιών**, γιατί τα περιεχόμενα της διδασκαλίας είναι κλιμακούμενα και λαμβάνονται υπόψιν τα δυναμικά χαρακτηριστικά του μαθητή. Οι δραστηριότητες στηρίζονται αρχικά σε λογικές διατάξεις εννοιών (Smyrniou, 2006, Smyrniou et Weil-Barais, 2004), για παράδειγμα στην γνώση των σωματιδίων για να κατανοήσουν οι μαθητές το περιεχόμενο του νετρίνο, την γνώση των γεωμετρικών σχημάτων (Argyri & Smyrniou, 2019, Argyri, 2014) για να κατανοήσουν τα μαθηματικά σχήματα και την κοινωνική τους όμως διάσταση στους πίνακες ζωγραφικής που θα δουν ή θα κατασκευάσουν. Ταυτόχρονα, όμως, οι μαθητές διερωτώνται και εξερευνούν περιβάλλοντα (ψηφιακά, ερευνητικά κέντρα, μουσεία) που διεγείρουν προβλήματα προς επίλυση, όπως ποια είναι η συνεισφορά του νετρίνο στην κοινωνία ή πώς οι μαθηματικές έννοιες εφαρμόζονται και αναδεικνύονται χρήσιμες στην καθημερινή ζωή ή ακόμα και πώς είναι δυνατό να αποτελέσουν πηγή καλλιτεχνικής έμπνευσης; Ακολουθώντας το μοτίβο «πρόβλημα- ενδιαφέρον- έρευνα- λύση» οι προτεινόμενες δραστηριότητες δίνουν τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να ξεφύγει από τη λογική σειρά και να οργανώσει τις δραστηριότητες κατά πυρήνα ενδιαφέροντος ανάλογα με τη συναισθηματική εμπλοκή του μαθητή και τα ενδιαφέροντα ή τις απορίες που θα του δημιουργηθούν. Η διαθεματικότητα του εν λόγω προγράμματος μπορεί να βοηθήσει στην οργάνωση των δραστηριοτήτων κατά κέντρο ενδιαφέροντος, αφού οι μαθητές αποκτούν το κίνητρο (Maximiliane et al.2016) να μελετήσουν πολλά γνωστικά αντικείμενα, με κέντρο τη Φυσική και τα Μαθηματικά και να εκφραστούν και καλλιτεχνικά. Η οργάνωση των δραστηριοτήτων κατά έργο (Minder, 2007), δηλαδή το να δράσουν οι μαθητές για ένα κοινό σκοπό, με βάση τις εξατομικευμένες ανάγκες τους, προτείνεται με τις καινοτόμες

δραστηριότητες STEAM. Οι μαθητές τοποθετούνται σε αυθεντικές καταστάσεις ζωής, αντιμετωπίζουν προβλήματα που κινούν την έρευνα και την σκέψη και δίνουν πραγματικές λύσεις. Μάλιστα, στο προτεινόμενο πρόγραμμα εφαρμόζονται όλες οι κατηγορίες παραγόμενου έργου (Minder, 2007, 2019):

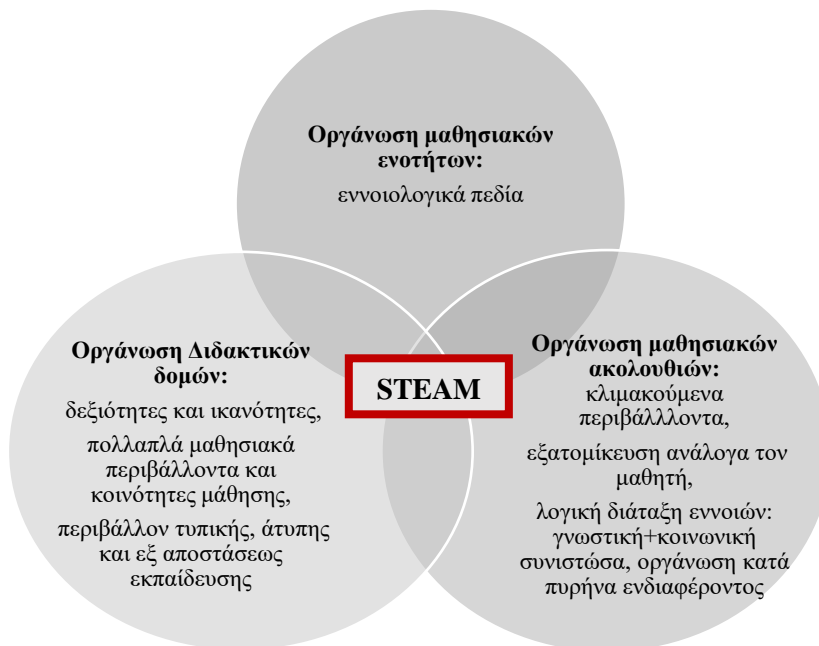
-έργα κατασκευαστικού τύπου: οι μαθητές κατασκευάζουν γεωμετρικά σχήματα και μοντέλα νετρίνο (Petrovoulou & Smyrniou, 2016)

-έργα αξιολογικού τύπου: οι μαθητές με βάση τις κατασκευές τους χρησιμοποιούν όσα παρήγαγαν, αφού εκτιμούν καλλιτεχνικού πίνακες γεωμετρικών σχημάτων ή διαβάζουν τις ιστορίες που πλαισιώνουν τους πίνακες ζωγραφικής του

- έργα τύπου πρόβλημα: οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με προβλήματα και καλούνται να τα επιλύσουν

- έργα τύπου μάθηση: οι μαθητές παράγουν οι ίδιοι καλλιτεχνικά δημιουργήματα, οργανώνουν οι ίδιοι θεατρικές παραστάσεις βασισμένες στις επιστημονικές έννοιες, χρησιμοποιούν ψηφιακά λογισμικά γεωμετρίας (Αργύρη, 2014), και τελικά συλλαμβάνουν την έννοια, την σχεδιάζουν, την αναπαριστούν, υλοποιούν δραστηριότητες και αξιολογούν τα αποτελέσματα των δράσεων τους.

γ) Ακολουθεί την οργάνωση των διδακτικών δομών, αφού λαμβάνονται υπόψιν το γνωστικό επίπεδο του μαθητή, παράλληλα όμως καλλιεργούνται επιπλέον δεξιότητες και ικανότητες, αφού οι μαθητές εκτίθενται σε πολλαπλά περιβάλλοντα, όπως μουσεία, εκθέσεις ζωγραφικής, ερευνητικά κέντρα της Ελλάδας και του εξωτερικού, ψηφιακά περιβάλλοντα και περιβάλλοντα προσομοίωσης. Σε μια εποχή ειδικά που η εκπαίδευση καλείται να αντιμετωπίσει και τα κοινωνικά στερεότυπα και να εξασφαλίζει ισότιμη πρόσβαση στη γνώση, η θεματική STEAM επιτρέπει τη δημιουργία σχολικών δικτύων, τη συνεργασία ανάμεσα σε σχολεία της ίδιας περιοχής, διαφορετικών περιοχών, ακόμα και συνεργασία σχολείων μέσω της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.



Εικόνα 1: Ολιστική Προσέγγιση Αναλυτικού Προγράμματος Σπουδών

Με βάση τα παραπάνω (βλ. Εικόνα 1), η καινοτομία της εισαγωγής της ενότητας STEAM στο χώρο της εκπαίδευσης έγκειται στο ότι αυτή αποτελεί μια ολοκληρωμένη διδακτική προσέγγιση που στοχεύει στην «ομοιοστασία» (Vergnaud, 2008) δηλαδή στην ισορροπία μεταξύ των γνωστικών αντικειμένων, στην υποστήριξή τους όχι μόνο από την κυρίως διδασκαλία αλλά και από σύγχρονες παιδαγωγικές μεθόδους, όπως η ενσώματη μάθηση (Smyrniou et al. 2016, 2017, Hung et al. 2015), τα ψηφιακά μέσα, οι δυνατότητες επίλυσης προβλήματος και η Τέχνη και η εξισορρόπηση όλων των αναπαραστασιακών συστημάτων για την αναπαράσταση της έννοιας (Smyrniou et al., 2017, 2018). Αυτή η αρμονική ενσωμάτωση προσφέρει μια ολιστική προσέγγιση στη γνώση και ενδυναμώνει την πολιτισμική συνιστώσα των Φυσικών Επιστημών, τηρώντας το σύγχρονο ευρωπαϊκό πλαίσιο της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Smyrniou et al. 2017, 2018, 2018).

1.3 Σύγχρονες Θεωρίες Μάθησης: Μια νέα οπτική για την εκπαίδευση

Το προτεινόμενο Πρόγραμμα Σπουδών κινείται σε δυο επίπεδα. Αφενός διαμορφώνει, παράγει και αξιοποιεί νέες εκπαιδευτικές θεωρίες (Σμυρναίου, 2017), δημιουργώντας θεωρητικά πλαίσια και αφετέρου εφαρμόζει με ερευνητικά προγράμματα και εκπαιδευτικά σενάρια τα νέα θεωρητικά πλαίσια και μοντέλα, ώστε να αξιολογήσει την χρησιμότητά τους μέσω των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης ειδικεύεται στη δημιουργία καινοτόμων θεωρητικών πλαισίων για την εφαρμογή, διάδοση, διάχυση και ποιοτική ανάλυση σύγχρονων θεωριών μάθησης και παιδαγωγικών πλαισίων συμβατών με το διεθνές, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο πλαίσιο αναγκών στο χώρο της εκπαίδευσης.

Το Πρόγραμμα προσφέρει τη δυνατότητα να μεταθέσει διδακτικά τις νέες έννοιες κάθε επιστήμης, ώστε να γίνουν αντικείμενο προσβάσιμο και κατάλληλο σε κάθε μαθητή. Αυτή η διδακτική μετάθεση σύγχρονων εννοιών στο εκπαιδευτικό σύστημα συνάδει με την ανάγκη για εκσυγχρονισμό της γνώσης. Παράλληλα, οι δύσκολες έννοιες αναπλαισιώνονται και προσεγγίζονται από τους/τις μαθητές/τριες με νέο τρόπο. Έτσι, οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να προσεγγίζουν την γνώση με πολλαπλούς τρόπους, να χρησιμοποιούν νέα εργαλεία, να συμμετέχουν σε πρωτότυπες δραστηριότητες, να ενισχύουν τις δεξιότητές τους και να ενδυναμώνονται πνευματικά, επιστημονικά και ερευνητικά.

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες απεικονίζουν τις νέες τάσεις στην εκπαιδευτική πρακτική. Αρχικά, διαπραγματεύονται σύγχρονες επιστημονικές έννοιες και τρόπους προσέγγισης της γνώσης, οι οποίες είτε δεν περιλαμβάνονται στα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης είτε η διδασκαλία τους ακολουθεί τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μαθητικό κοινό να έχει παρανοήσεις σχετικά με επιστημονικά θέματα ή η γνώση για έναν επιστημονικό κλάδο να μην είναι επικαιροποιημένη.

Παράλληλα, επειδή οι σύγχρονοι τρόποι προσέγγισης της γνώσης απαιτούν ένα διεπιστημονικό και διαθεματικό τρόπο, οι δοθείσες θεματικές ενότητες απαιτούν την συνέργεια με πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Με τον τρόπο αυτό, διαφαίνεται ότι η ερευνητική μεθοδολογία διαπερνά όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Η σύνδεση της ερευνητικής σκέψης με την Παιδαγωγική Επιστήμη και την απόδοση επιστημονικών εννοιών με νέους, σύγχρονους τρόπους θα βοηθήσει τους/τις μαθητές/τριες να συγκροτήσουν εννοιολογικά πεδία για τις προτεινόμενες έννοιες και μέσω των εφαρμόσιμων σύγχρονων Θεωριών Μάθησης να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο πλαίσιο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων όπου οι μαθητές θα μπορέσουν μέσω της αυτενέργειας να δράσουν ως επιστήμονες και να ανακαλύψουν την χρησιμότητα των αρχών της Επιστήμης για τον σύγχρονο κόσμο. Μέσω της ενεργούς συμμετοχής των μαθητών/τριών στην ερευνητική διαδικασία, οι ίδιοι θα μπορέσουν να ανακαλύψουν νέες γνώσεις, να εμπλακούν σε γνωστικά προβλήματα, να τα συνδέσουν με

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

σύγχρονους προβληματισμούς και να αναρωτηθούν για τις λύσεις που μπορεί να προσφέρει η επιστημονική γνώση σε σύγχρονες προκλήσεις.

Επειδή οι γνώσεις, οι στάσεις και οι δεξιότητες των μαθητών/τριών καλλιεργούνται με πολλαπλούς τρόπους, οι προτεινόμενες δραστηριότητες βασίζονται στις επιστημονικές αρχές νέων θεωριών μάθησης, όπως η παιγνιώδης μάθηση, η ανακαλυπτική μάθηση (Kotsari, Smyrniou, Sotiriou, 2016), η ερευνητική μέθοδος, τα νέα μοντέλα επιχειρηματολογίας Smyrniou et al. (2016, 2015, 2015), τα πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα και η δημιουργικότητα.

Οι κυριότεροι παράγοντες που θα καθορίσουν την επιτυχία του έργου είναι: **(α) η διδακτική-μαθησιακή προσέγγιση** που υιοθετείται, **(β) η αξιοποίηση της ερευνητικής βάσης γνώσης** που αφορά την συνεργασία του σχολείου με ερευνητικά κέντρα και άλλους χώρους εργασίας και μάθησης, **(γ) η εφαρμογή των προτεινόμενων πλαισίων και η διάδοση των αποτελεσμάτων τους**, **(δ) η πρωτοτυπία** της δράσης, καθώς πρώτη φορά επιχειρείται να συνδεθούν αυτές οι καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις όλες μαζί σε ένα πλαίσιο.

Οι παράγοντες αυτοί παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια και περιγράφονται οι γενικές αρχές που θα ακολουθηθούν στην εν λόγω δράση.

Το γενικό πλαίσιο που στηρίζεται η καινοτόμα προσέγγιση της δράσης είναι:

α) οι σύγχρονες αντιλήψεις των επιστημών της μάθησης (Learning Sciences) (Sawyer, 2014) για το πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν (ανεξαρτήτως ηλικίας). Οι διδακτικές προσεγγίσεις θα κινηθούν σε αυτό το επίπεδο, αξιοποιώντας τις αρχές του πώς μαθαίνουν οι μαθητές (π.χ. ενεργή συμμετοχή, κοινωνική αλληλεπίδραση, δραστηριότητες με νόημα, ρητή διασύνδεση νέας με υφιστάμενη γνώση, μεταγνωστικές στρατηγικές).

β) οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης (Smyrniou et al., 2016, 2015, 2012)

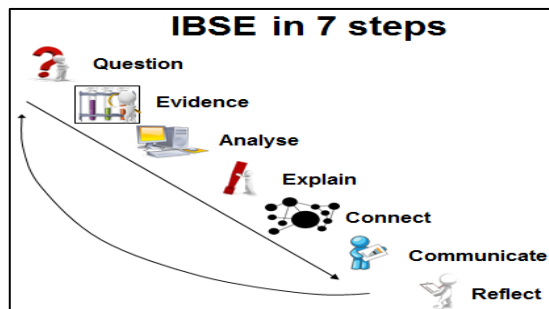
γ) οι αντιλήψεις για το πώς μαθαίνουν οι μαθητές μέσω των τριών καταχωρητών (πραγματικότητας, συμβολικής και νοητικής αναπαράστασης) καθώς και τη σύνδεση αυτών μεταξύ τους (Vergnaud et al. 1987; Smyrniou & Weil-Barais, 2004). Η καινοτομία των προτεινόμενων δράσεων εδράζεται στη συνάντηση και γόνιμη σύζευξη πολλών και φαινομενικά ετερόκλητων πεδίων, σε ένα αρμονικό και υψηλού επιπέδου αποτέλεσμα το οποίο υποστηρίζει και επαληθεύει τις αρχές της διεπιστημονικότητας και της συνδεόμενης γνώσης: θετικές επιστήμες, θεωρητικές επιστήμες, σύγχρονες έννοιες, βιοματική μάθηση, παιγνιώδης μάθηση, οι νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση (Riopel & Smyrniou, 2016) συναντιούνται δημιουργικά, ώστε με άρτιο τρόπο να αναδείξουν τη συμβολή των επιστημών και γενικότερα του επιστημονικού πνεύματος στη σφαιρική συγκρότηση των μαθητών/τριών και στη δομημένη αντίληψη για τον κόσμο. Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στο ερευνητικό αυτό εγχείρημα δημιουργεί δυναμικούς διαύλους επικοινωνίας του σύγχρονου σχολείου με το πεδίο της επιστημονικής αναζήτησης.

Ως προς την επιστημονική απήχηση του έργου οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες συμβάλλουν στην παιδαγωγική έρευνα και επιστήμη καθώς διαμεσολαβούν με καινοτόμες μεθόδους, θεμελιώδεις αρχές των σύγχρονων της Παιδαγωγικής Επιστήμης, αναδεικνύοντας την σημασία της διδακτικής μετάθεσης, την συμβολή δηλαδή της Παιδαγωγικής και Διδακτικής στην διαμεσολάβηση επιστημονικών εννοιών προς τους/τις μαθητές/τριες, ώστε να έρθουν σε επαφή με οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο, διευρύνοντας τους ορίζοντές τους. Οι προτεινόμενες εκπαιδευτικές δραστηριότητες στηρίζονται σε μια δημιουργική διασύνδεση των παρακάτω παιδαγωγικών θεωριών, οι οποίες συνδυάζονται για την καλλιέργεια της ερευνητικής σκέψης των μαθητών/τριών.

- i. **Ανακαλυπτική/ Διερευνητική Μάθηση:** Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλαπλοί ορισμοί για την επιστημονική μέθοδο (Flick, 2002). Σύμφωνα με τον ορισμό που αναφέρεται στο National Science Education Standards (2000): «*Η επιστημονική μέθοδος είναι μια*

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

πολύπλευρη δραστηριότητα που περιλαμβάνει την διεξαγωγή παρατηρήσεων, την υποβολή ερωτημάτων, την εξέταση βιβλίων και άλλων πηγών πληροφορίας, τον προγραμματισμό έρευνας - αναθεωρώντας αυτό που είναι ήδη γνωστό- λαμβάνοντας υπόψη τα πειραματικά στοιχεία, χρησιμοποιώντας εργαλεία για να συγκεντρώσει δεδομένα, να αναλύσει, να ερμηνεύσει τα στοιχεία, και να προτείνει απαντήσεις, εξηγήσεις, προβλέψεις - επικοινωνώντας τα αποτελέσματα». Από τα παραπάνω καταδεικνύεται ότι η επιστημονική μέθοδος ανήκει στις σημαντικές παιδαγωγικές θεωρίες, καθώς αποτελεί εργαλείο εννοιοδότησης του/της μαθητή/τριας. Τα βασικά στάδια τα οποία θα κληθούν οι μαθητές/τριες να εφαρμόσουν για να κατανοήσουν τις έννοιες είναι: η παρατήρηση, η υπόθεση, ο σχεδιασμός πειράματος, η συλλογή δεδομένων, η ανάλυση & ερμηνεία δεδομένων, τα συμπεράσματα και η παραγωγή θεωρίας. Μετεξέλιξη της επιστημονικής μεθόδου αποτελεί η διερευνητική μέθοδος ή μέθοδος ανακαλυπτικής μάθησης. Η καθοδήγηση είναι αναγκαία ώστε να αναπτύξουν οι μαθητές/τριες επιστημονικές δεξιότητες (παραγωγή υπόθεσης, έλεγχος, κλπ.). Οι οδηγίες (υλικά σκαλωσιάς ή γνωστικά εργαλεία) που παρέχονται στους μαθητές μπορούν να έχουν διαφορετικές μορφές: φύλλα εργασίας, ενσωματωμένες στο τεχνολογικό περιβάλλον (Dimitracopoulou & Komis, 2005; de Jong, 2005; Papaenripidou, Constantinou & Zacharia, 2007). Η μέθοδος της διερευνητικής μάθησης, ενθαρρύνει την ενεργή εμπλοκή των μαθητών με το υπό μελέτη θέμα, καλλιεργώντας το αίσθημα συνεργασίας και αλληλεγγύης. Κινητοποιεί τους μαθητές και τους βοηθά μέσα από την έρευνα να οικοδομήσουν τη δική τους προσωπική γνώση. Αναπτύσσει και καλλιεργεί τη δημιουργικότητα των μαθητών, την κριτική τους σκέψη, και τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Ωστόσο, το παραδοσιακό εκπαιδευτικό μας σύστημα έχει λειτουργήσει με τρόπο που αποθαρρύνει τη φυσική διαδικασία της έρευνας καθώς στα παραδοσιακά σχολεία οι μαθητές δεν ενθαρρύνονται να δημιουργούν «ερωτήσεις» πάνω στα θέματα που τους αφορούν, αλλά αντίθετα αρκούνται περισσότερο στο να ακούν και να επαναλαμβάνουν τις αναμενόμενες απαντήσεις. Η βασική αιτία για την αποθάρρυνση της φυσικής διαδικασίας της έρευνας ενδεχομένως προέρχεται από την έλλειψη κατανόησης σχετικά με τη βαθύτερη φύση της μάθησης που βασίζεται στη διερεύνηση (Inquiry Based Learning) (Σμυρναίου, 2017). Ωστόσο, η αποτελεσματική έρευνα καθίσταται μια σύνθετη διαδικασία κατά την οποία το άτομο επιχειρεί να μετατρέψει τις πληροφορίες και τα δεδομένα σε χρήσιμες γνώσεις. Σε αυτή την κατεύθυνση, μια ορθά σχεδιασμένη εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης (ή επιστημονικής μεθόδου) εμπλέκει διάφορους παράγοντες όπως ένα πλαίσιο για τις ερωτήσεις, εστίαση των ερωτήσεων και διαφοροποίηση των επιπέδων των ερωτήσεων, ώστε να παραχθεί γνώση που μπορεί να εφαρμοστεί ευρύτερα. Η ανακαλυπτική μάθηση (IBSE) ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών για την επιστήμη και έχει αποδειχθεί ότι αποτελεί κατάλληλη μέθοδο διδασκαλίας για όλους τους μαθητές, από το «πιο αδύναμο» έως το «ικανότερο» (Rocard, 2014), καθώς συμβάλλει στην κατανόηση των μαθητών και καλλιεργεί μια ποικιλία δεξιοτήτων. Ο σχεδιασμός των εκπαιδευτικών σεναρίων της παρούσας ερευνητικής δράσης βασίζεται σε μοντέλα της ανακαλυπτικής μάθησης (IBSE Best Practice of Pathway (Summer school, 2013), Scenario of Metafora EU project (e.g. 3d juggler (Smyrniou et al., 2012a; 2012b)) and Implementation Scenario of CREAT-IT EU project (such as Science Theatre Implementation Scenario, M. Sotiriou, 2015)). Ο κύκλος IBSE- Best Practice of Pathway επιλέχθηκε ως ο πλέον κατάλληλος για αυτή την ερευνητική δράση. Οι μαθητές περνώντας από τα στάδια της ερώτησης, των αποδείξεων, της ανάλυσης, της επεξήγησης, της σύνδεσης, της επικοινωνίας και της αντανάκλασης/ αναστοχασμού των ιδεών τους συμμετέχουν ως μικροί επιστήμονες στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες.



Εικόνα 2: IBSE Best Practice of Pathway, Summer School, (Rosi, 2013)

ii. **Η δημιουργικότητα ως νέα δεξιότητα του 21^{ου} αιώνα:** Η δημιουργικότητα είναι μια έννοια που συνδέεται με την καινοτομία και έχει οριστεί με ποικίλους τρόπους. Κατά τον Vernon, «δημιουργικότητα» ορίζεται η ικανότητα του ατόμου να παράγει νέες ή πρωτότυπες ιδέες, να έχει εννοήσεις, να μετασχηματίζει και να ανακαλύπτει, να κατασκευάζει αντικείμενα, τα οποία αναγνωρίζονται από τους ειδικούς ότι έχουν ξεχωριστή επιστημονική, αισθητική, κοινωνική ή τεχνολογική αξία. Βασικό κριτήριο αξιολόγησης ενός πονήματος ως «δημιουργικού» είναι η καινοτομία, αλλά απαιτείται, επίσης, να είναι χρήσιμο και αποδεκτό, ακόμη και αν η αξία του μεταβληθεί με την πάροδο του χρόνου. (Vernon, 1989: 94). Σε αυτή την ερευνητική δράση προτείνουμε έναν ορισμό της δημιουργικότητας, λαμβάνοντας υπόψη κάποιες από τις πτυχές της που δεν έχουν περιγραφεί ακόμη. Ως εκ τούτου, η επιστημονική δημιουργικότητα είναι μια διαδικασία στην οποία οι μαθητές/τριες χρησιμοποιούν τις επιστημονικές τους γνώσεις για να παράγουν πρωτότυπα, αυθεντικά, δημιουργικά, φανταστικά και επιστημονικά ορθά και αποδεκτά προϊόντα. Αλλά σε αυτή τη διαδικασία, οι δημιουργικές μέθοδοι και διαδικασίες οργανώνονται μέσω βασικών επιστημονικών αρχών, επιτυγχάνοντας μια ισορροπία μεταξύ της δημιουργικής καθοδήγησης και της φαντασίας του μαθητή που πρέπει να είναι επιστημονικά αποδεκτή. Τα δημιουργικά αποτελέσματα είναι πρωτότυπα και πολύτιμα σε σχέση με τον εκπαιδευόμενο. Ο/η μαθητής/τρια μαθαίνει να δημιουργεί ιδέες ως άτομο ή ως μέλος μιας κοινότητας, να υποστηρίζει επιστημονικά τα προϊόντα του και να δίνει επιστημονικές εξηγήσεις. Η δημιουργικότητα σημαίνει ότι οι μαθητές μπορούν να συνδυάσουν πτυχές διαφορετικών περιοχών ή θεματικών πεδίων (για παράδειγμα μια επιστημονική εξήγηση ενός φαινομένου και της καλλιτεχνικής του εκπροσώπησης) μέσω μιας διεπιστημονικής προσέγγισης για τη δημιουργία νέων γνωστικών πλαισίων και σχημάτων. Ενώ αντιπροσωπεύουν διαφορετικές έννοιες με διαφορετικά σημειωτικά συστήματα, οι μαθητές εμπλουτίζουν το δημιουργικό τους προϊόν με τις προσωπικές και κοινωνικές τους πεποιθήσεις, προσθέτοντας στις αρχικές τους διαισθήσεις νέο περιεχόμενο.

iii. **Η συγκρότηση εννοιολογικών πεδίων για τη γνωστική αλλαγή του μαθητή και η δόμηση επιστημονικού περιεχομένου από τους μαθητές:** Οι γνωστικές θεωρίες των πολλαπλών σημειωτικών συστημάτων αποτελούν βασικό εργαλείο για την επιστημονική γνώση. Η κατάκτηση επιστημονικών εννοιών και η συγκρότηση επιστημονικού λόγου από το μαθητή σημαίνει ότι ο τελευταίος καλλιεργεί τις ανώτερες γνωστικά δεξιότητες της εξήγησης (Sandoval, 2003), της αιτιολόγησης, της σύγκρισης, της ομαδοποίησης και της εξαγωγής αιτιολογημένων συμπερασμάτων. Η ανάπτυξη πρώιμων μορφών επιστημονικής τεκμηρίωσης (enculturation στο Jiménez-Aleixandre, & Erduran, 2007) αποτελεί σημαντικό εφόδιο για τον σύγχρονο μαθητή. Στη διαδικασία της γνωστικής ανάπτυξης ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει η κοινωνιοπολιτισμική προοπτική (ως παράγοντας διαμόρφωσης της προσωπικότητας του μαθητή (Erduran, Osborne, & Simon, 2004). Προτείνεται, έτσι, μια σφαιρική και ολιστική

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

μελέτη των γνωστικών δομών, ώστε να μη δίνεται έμφαση μόνο στον επιστημονικό γραμματισμό (Science literacy στο Karisan, & Zeidler, 2017), όπου ο μαθητής συγκροτεί σκέψη με επιστημονικά κριτήρια, αλλά και στο γραμματισμό για την επιστήμη (Scientific literacy στο Karisan, & Zeidler, 2017, Roberts, & Bybee, 2014), υπό την έννοια ότι ο ίδιος ο μαθητής θα λαμβάνει και προσωπικές αποφάσεις σχετικά με την επιστημονική γνώση, συνδεδεμένη με την κοινωνία και τα σύγχρονα κοινωνικά προβλήματα (Jiménez-Aleixandre, & Erduran, 2007).

- iv. **Χρήση πολλαπλών αναπαραστασιακών συστημάτων, Διεπιστημονικότητα, Διαθεματικότητα:** Είναι παγκοσμίως γνωστό ότι οι επιστήμονες, οι ερευνητές, οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές/τριες πρέπει να κατασκευάσουν γέφυρες σε διάφορα θέματα για να αποκτήσουν το υψηλότερο γνωστικό φορτίο και να εκφράσουν πλήρως τις νέες γνώσεις τους. Περιεχόμενα όπως η Επιστήμη, οι Τεχνολογίες, η Μηχανική, τα Μαθηματικά και οι Θεωρητικές Επιστήμες προσφέρονται για να συνδέσουν οι μαθητές/τριες τις γνώσεις τους με τον πραγματικό κόσμο και τις πραγματικές ανάγκες (Smyrναίου et al. 2017. 2018). Ωστόσο, πρέπει να δεχτούμε ότι οι μαθητές δεν θα μπορούσαν να αναπαραστήσουν επιστημονικές έννοιες χωρίς την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών θεματικών πεδίων. Ως εκ τούτου, είναι πραγματικά σημαντικό να προωθηθεί η αλληλεπίδραση όλων των γνωστικών συστημάτων από διαφορετικές επιστημονικές πτυχές.

Οι μαθητές/τριες θα μπορούν να αναπτύξουν μια θεώρηση του κόσμου και της επιστημονικής γνώσης και μια δέσμευση τόσο με τις επιστημονικές όσο και με τις ερευνητικές γραμμές σκέψης μέσω πρακτικών πειραματισμών με πραγματικά επιστημονικά δεδομένα. Αυτό είναι πραγματικά σημαντικό, καθώς οι μαθητές έχουν την ευκαιρία όχι μόνο να μεταφέρουν τη νέα τους γνώση αλλά και να τις εκφράσουν σε ένα άλλο σημειωτικό σύστημα, παράγοντας οι ίδιοι/ες γραπτά κείμενα, δημιουργώντας κατασκευές κτλ. Μπορούν, επίσης, να συμμετέχουν ενεργά σε διαλογικές διαδικασίες και να αναπτύξουν πνεύμα συνεργασίας και ομαδικής εργασίας μέσω της συνεργατικής πρακτικής. Η συναισθηματική διάσταση της μάθησης είναι επίσης πολύ σημαντική, καθώς οι μαθητές αυξάνουν την αυτοπεποίθησή τους. Οι προτεινόμενες δράσεις υποστηρίζουν τη συνεργασία με

α) την αποτελεσματική δημιουργία κοινοτήτων μεταξύ του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, των ερευνητών, των συμβούλων, των εκπαιδευτικών, και μαθητών και την ενδυνάμωση των μαθητών να χρησιμοποιούν με καινοτόμο τρόπο τη συλλογική δύναμη μοναδικών επιστημονικών πόρων (*ερευνητικές εγκαταστάσεις, επιστημονικά όργανα, προηγμένα εργαλεία ΠΠΕ, εφαρμογές προσομοίωσης και απεικόνισης και επιστημονικές (εκπαιδευτικές εκδρομές, εικονικές επισκέψεις, σχολικές εγκαταστάσεις)* και άτυπης μάθησης (*εφαρμογές παιχνιδιών στο Smyrναίου et al.2012), φεστιβάλ και hangouts στο διαδίκτυο, συναφή έργα τέχνης όπως τα εκθέματα*), που προωθούν τη δημιουργική μάθηση με βάση την έρευνα και την εκτίμησή τους για τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η επιστήμη. Αυτό το τοπικό και δίκτυο επιστημόνων, εκπαιδευτικών, φοιτητών, μαθητών μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον για την επιστήμη και να βοηθήσει την ερευνητική και σχολική κοινότητα να κατανοήσουν πώς λειτουργεί η επιστήμη.

β) το να αποδειχθεί η αποτελεσματική ενσωμάτωση της εκπαίδευσης των επιστημών με ερευνητικές και πανεπιστημιακές υποδομές μέσω καινοτόμων δραστηριοτήτων, οι οποίες θα παρέχουν ανατροφοδότηση για την ανάληψη τέτοιων παρεμβάσεων σε ευρεία κλίμακα σε τοπικό, εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, είτε μέσω της δια ζώσης είτε μέσω της εξ αποστάσεως διδασκαλίας, ώστε να διασφαλιστεί ότι όλοι/ες οι μαθητές/τριες εξασφαλίζουν ισότιμη πρόσβαση στη γνώση.

γ) με την αύξηση του επιστημονικού ενδιαφέροντος και τη βελτίωση των δεξιοτήτων των μαθητών σε όλα τα επιστημονικά πεδία

δ) με τη δημιουργία τεχνικών επιστημονικής διδασκαλίας βασισμένης στην έρευνα, εμπλουτισμένης με νέες, σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες, όπως η επίλυση προβλημάτων, η χρήση μοντέλων και τα ψηφιακά εργαλεία.

ε) με το να εμπνεύσει όλη την σχολική κοινότητα να ενεργεί με **δημιουργικές και καινοτόμες ιδέες**

στ) την τεκμηρίωση της συνολικής διαδικασίας μέσω της **κατάρτισης ενός οδικού χάρτη που θα περιλαμβάνει κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό και την εφαρμογή καινοτόμων εκπαιδευτικών και ενημερωτικών δραστηριοτήτων που θα μπορούσαν να λειτουργήσουν ως αναφορά για να προσαρμοστούν για τους ενδιαφερόμενους τόσο στην επιστημονική έρευνα όσο και στην πολιτική για την επιστημονική εκπαίδευση.**

- v. **Η συνεισφορά της Τέχνης ως συνεργατικό σημειωτικό σύστημα στη Θεματική STEAM:** Η θεματική STEAM περιλαμβάνει το συνδυασμό πολλών γνωστικών αντικειμένων και την καλλιτεχνική τους αποτύπωση. Για αυτό το λόγο, οι μαθητές καλούνται να μεταβαίνουν από ένα σύστημα αναπαράστασης σε άλλο, αξιολογώντας τις γνωστικές και τις κοινωνικοσυναισθηματικές τους δεξιότητες. Έχουν την δυνατότητα να ευαισθητοποιηθούν επάνω στο αντικείμενο της μάθησης, για το αντικείμενο της μάθησης οντολογικά και επιστημολογικά αλλά και για την αξία του αυτή καθαυτή στη σημερινή εποχή.
- vi. **Η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία στο σχολείο:** Εκτός από τις αρχές του Inquiry Based Learning η συγκεκριμένη πρόταση μπορεί να λειτουργήσει παράλληλα ως προέκταση του Ευρωπαϊκού Προγράμματος για την Έρευνα και την Καινοτομία 2014-2020, Horizon 2020 (<https://www.rri-tools.eu/>) με σκοπό την εφαρμογή των αρχών της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας (Responsible Research and Innovation). Η εφαρμογή της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας προϋποθέτει ευρείες, διορατικές, ανοιχτές και διαφανείς διαδικασίες οι οποίες δύνανται να προσαρμοστούν σε αλλαγές. Ενθαρρύνει την εμπλοκή όλων των δρώντων (από μεμονωμένους ερευνητές, σχολεία, ερευνητικά ιδρύματα έως και κυβερνήσεις) μέσα από συμμετοχικές προσεγγίσεις, χωρίς αποκλεισμούς σε όλα τα στάδια των διαδικασιών της. Έτσι, ενισχύεται η δημοκρατία και διευρύνονται πηγές γνώσης και προοπτικές. Οι διορατικές και στοχαστικές διαδικασίες προλαμβάνουν αρνητικές επιπτώσεις της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία και συντελούν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η έρευνα και η καινοτομία διαμορφώνουν το μέλλον. Οι ανοιχτές και διαφανείς διαδικασίες προβάλλουν τις μεθόδους, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της έρευνας και της καινοτομίας, με στόχο να διευκολύνουν τόσο τον δημόσιο έλεγχο όσο και τον διάλογο. Οι προαναφερόμενες διαδικασίες προσαρμόζονται καταλλήλως έτσι ώστε να είναι σε θέση να ανταποκρίνονται στις διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες και γνώσεις. Η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία, διέπεται από συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το οποίο προωθεί τη δεοντολογία, την ισότητα των φύλων, τις ρυθμίσεις διακυβέρνησης, την ανοιχτή πρόσβαση, τη συμμετοχή του κοινού και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η δεοντολογία σχετίζεται με ορθές ερευνητικές πρακτικές και ηθικά αποδεκτές επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις. Η ισότητα των φύλων περικλείει τη διάσταση της προώθησης ομάδων με ίσο αριθμό ανδρών και γυναικών στις έρευνες και στα κέντρα λήψης αποφάσεων. Οι ρυθμίσεις διακυβέρνησης πρέπει να διέπονται από ευελιξία έτσι ώστε να προσαρμόζονται σε απρόβλεπτες ερευνητικές εξελίξεις, να είναι επικαιροποιημένες ως προς τις υφιστάμενες πρακτικές στους τομείς έρευνας και καινοτομίας και να προωθούν την κοινή ευθύνη μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων. Η ανοικτή και έγκαιρη πρόσβαση στο επιστημονικό έργο ενδέχεται να βελτιώσει την ποιότητα της επιστημονικής έρευνας, να διευκολύνει εποικοδομητικές συνεργασίες μεταξύ συναδέλφων και να προάγει το δημόσιο διάλογο. Η Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία προϋποθέτει τη συμμετοχή και τη συνεργασία όλων των κοινωνικών φορέων έτσι ώστε να επιτευχθεί μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ Έρευνας και Κοινωνίας στο πλαίσιο μιας βιώσιμης ανάπτυξης στην Ευρώπη. Τέλος, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προτείνεται ως εφόδιο για την ουσιαστική και γόνιμη συμμετοχή των νέων ανθρώπων στη δημόσια συζήτηση σχετικά με την έρευνα και την καινοτομία ενώ παράλληλα, στοχεύει στην αύξηση του αριθμού των μελών της ερευνητικής κοινότητας. Το πλαίσιο της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας προωθεί ένα ανοιχτό σύστημα διδασκαλίας στην τάξη και μέσω της καινοτομίας

αντιμετωπίζει τις σύγχρονες κοινωνικές προκλήσεις. Η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία του είδους του κόσμου και της κοινωνίας που θέλουμε για τις επόμενες γενιές. Σε αυτό το πλαίσιο, τη δράση αποσκοπεί στη δημιουργία και παραγωγή καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων, οι οποίες προβλέπουν την ενεργό εμπλοκή καθηγητών και μαθητών στην επιστημονική έρευνα και στις Φυσικές Επιστήμες, με τη διαθεματική συνάντηση της Επιστήμης και της Τέχνης. Τηρώντας τις αρχές της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας και της Διερευνητικής Μάθησης όπως σύντομα επισημάνθηκαν παραπάνω, το παρόν πρόγραμμα στοχεύει στη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων με στόχο να μελετηθούν όλες οι σύγχρονες προκλήσεις στην εκπαιδευτική πρακτική και να προωθηθούν εκπαιδευτικές καινοτομίες, ενισχύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, μλώντας τους στην ερευνητική και ιστορική σκέψη και δημιουργώντας ένα νέο πλαίσιο εκπαίδευσης βασιζόμενο σε σύγχρονες επιστημονικές θεωρήσεις.

- vii. **Η προσέγγιση «Επιστήμη με και για την Κοινωνία»- Το σχολείο ως διασυνδεδετής με την κοινωνία:». Η υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία (RRI) επιδιώκει να φέρει στα σχολεία τα ζητήματα που σχετίζονται με την έρευνα και την καινοτομία, να προβλέψει τις συνέπειές τους και να συμμετάσχει η κοινωνία στη συζήτηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη και η τεχνολογία μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία του κόσμου και της κοινωνίας που θέλουμε για τις επόμενες γενιές. Η εκπαίδευση και η καινοτομία είναι μια ακόμα βασική πτυχή. Οι εκπαιδευτικές πρακτικές πρέπει να χαρακτηρίζονται από δημιουργικότητα, καινοτομία, επιστημονικούς στόχους μάθησης που προέρχονται από μια διεπιστημονική προσέγγιση και νέες πρωτοβουλίες ώστε ο μελλοντικός ερευνητής να διαθέτει γνώση, ικανότητα, ευθύνη και δέσμευση να χρησιμοποιεί την επιστήμη για μια καλύτερη κοινωνία.**

Η συμμετοχή όλων είναι θεμελιώδης προϋπόθεση για την ευδοκίμηση της κοινωνίας. Διάφορες εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι η επιστημονική κατανόηση από όλους/ες και η προώθηση της ισότητας μεταξύ των φύλων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική οικονομική, κοινωνική ανάπτυξη και επιστημονική πρόοδο. Ως εκ τούτου, η ενίσχυση της συμμετοχής όλων στη διδασκαλία STEAM θα μπορούσε να ωφελήσει σημαντικά την κοινωνία, την οικονομία και την επιστήμη.

1.4 Η έρευνα και τα Προγράμματα Σπουδών

Η σύνδεση της Τέχνης με τις Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά δεν αποτελεί μόνο μια νέα προσπάθεια οικοδόμησης και αναπαράστασης της γνώσης, αλλά και είναι σημαντική για την καλλιέργεια των μελλοντικών πολιτών, υπεύθυνων για τις εξελίξεις στο σύγχρονο κόσμο, την ζωή, την ανεξαρτησία και την αυτονομία του κάθε ατόμου. Η εκπαίδευση σε θέματα STEAM είναι μεγάλης σημασίας για τη δημοκρατική συμμετοχή των πολιτών στον κόσμο, που κυριαρχείται από ζητήματα και προκλήσεις που αφορούν τη σύνδεση της Επιστήμης με τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η τεχνολογία αιχμής που προσφέρει το προτεινόμενο Πρόγραμμα Σπουδών είναι σημαντική, γιατί η επιστημονική εκπαίδευση θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους πυλώνες για τη διαχείριση των προκλήσεων της αυξανόμενης ποικιλομορφίας και των κοινωνικών διακρίσεων (έκθεση UNESCO 2015).

Ωστόσο, ένα από τα σοβαρότερα ζητήματα που αντιμετωπίζει η επιστήμη, η μηχανική και η τεχνολογία, είναι ο συνεχώς μειούμενος αριθμός των μαθητών και μαθητριών και ιδιαίτερα των γυναικών που ασχολούνται με τα παραπάνω αντικείμενα και σταδιοδρομούν ακολούθως σε αυτούς τους τομείς. Αυτή η ανησυχητική πτωτική τάση μπορεί να έχει τεράστιες επιπτώσεις στη δυνατότητα της επιστήμης, καθώς και στην κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη.

Η μη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από όλους και όλες και το χάσμα των φύλων στη μάθηση και τη διδασκαλία της επιστήμης απειλεί να μετατρέψει την επιστημονική έρευνα σε μια

«κλειστή λέσχη», όπου η διαρκής επιστημονική συναίνεση-σε αντιδιαστολή με το επιστημονικό debate- και η απουσία νέων προοπτικών παρακλύδουν την πραγματική πρόοδο. Οι μαθητές και οι μαθήτριες που δεν έχουν την ευκαιρία να ανακαλύψουν την επιστημονική τους ικανότητα, πιθανόν να ακολουθήσουν επαγγελματική σταδιοδρομία που δεν τους ταιριάζει, όπως επίσης και οι γυναίκες που φοιτούν χωρίς επιστημονικές ανησυχίες και φιλοδοξίες δε θα επωφεληθούν από μία πιο σφαιρική εκπαίδευση σε σχέση με τους άρρενες συμμαθητές τους.

Γενικότερα, ο αποκλεισμός «όλων των μαθητών και μαθητριών» και ιδιαίτερα των γυναικών από τις αίθουσες που διδάσκονται επιστημονικά αντικείμενα συντελεί στην επιστημονική παρακμή και συρρίκνωση του επιστημονικού γραμματισμού. Είναι, επομένως, ριζικής σημασίας να σχεδιαστούν στρατηγικές για την εκπαίδευση STEM σε όλα τα επίπεδα, ώστε να ενθαρρυνθεί η ισότιμη συμμετοχή όλων, καθώς οι γυναίκες απομακρύνονται από την Επιστήμη, την Τεχνολογία, την Εκπαίδευση και τα Μαθηματικά όλο και περισσότερο, από την παιδική ηλικία έως την ηλικία επιλογής καριέρας.

Στην κατεύθυνση αυτή, απαιτούνται διορθωτικά μέτρα βασισμένα σε συστηματική έρευνα που σχετίζεται με την εξέλιξη των σύγχρονων θεωριών μάθησης, της γνωστικής και της διδακτικής των Φυσικών επιστημών. Επομένως, η ενσωμάτωση της διάστασης «του όλου» και του φύλου στον τομέα της Επιστήμης είναι απαραίτητη, καθώς η κοινωνία δεν μπορεί πλέον να επιτρέψει την περιθωριοποίηση και αποθάρρυνση των μαθητών και μαθητριών και ιδιαίτερα των κοριτσιών σε σχέση με τα επιστημονικά επιτεύγματα.

Μια καινοτόμος αντιμετώπιση του χάσματος και των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν είναι ο συγκερασμός της Τέχνης με την Επιστήμη STEM. Οι έρευνες δείχνουν ότι η τέχνη μπορεί να είναι το στοιχείο-κλειδί που δύναται να αιχμαλωτίσει το ενδιαφέρον όλων των μαθητών και των μαθητριών και να τους προσελκύσει στα μαθήματα STEM. Μέσα από καλλιτεχνικές και δημιουργικές διεξόδους, με τις οποίες τείνουν να έχουν μεγαλύτερο βαθμό εξοικείωσης, οι μαθητές και μαθήτριες ενθαρρύνονται να εξερευνήσουν τα πεδία των STEM. Συνεπώς, η Τέχνη θα μπορούσε να λειτουργήσει ως το όχημα προκειμένου οι μαθητές να «εισχωρήσουν» στον κόσμο των STEM.

Το Πρόγραμμα Σπουδών ενισχύει τη συνάφεια των Φυσικών Επιστημών με την Τέχνη και με τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Έχει λάβει υπόψιν διεθνείς έρευνες στον τομέα της εκπαίδευσης, στις οποίες έχει συμμετάσχει ως βασικός partner το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και έχει ήδη εφαρμόσει καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις με αποτελέσματα ενθαρρυντικά για την πολύπλευρη ανάπτυξη των μαθητών, τους πολλαπλούς τρόπους κατάκτησης της γνώσης, την καλλιέργεια των ενδιαφερόντων τους και της δημιουργικής σκέψης, την καλλιέργεια και την εφαρμογή δεξιοτήτων τους σε χώρους τυπικής και μη τυπικής εκπαίδευσης, τη συναισθηματική τους εμπλοκή τους και την γνωστική και κοινωνικοσυναισθηματική τους ετοιμότητα στο σύγχρονο κόσμο.

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ‘CREATIONS’

Το Πρόγραμμα ‘CREATIONS’ (2015-2018), H2020-SEAC-2014-1 CSA, 665917 στοχεύει στη δημιουργία και στην εφαρμογή καινοτόμων προσεγγίσεων και δραστηριοτήτων που εμπλέκουν εκπαιδευτικούς και μαθητές στην επιστημονική έρευνα μέσω δημιουργικών τρόπων που βασίζονται στην Τέχνη και επικεντρώνεται στην ανάπτυξη αποτελεσματικών συνδέσμων και συνεργειών μεταξύ των σχολείων και ερευνητικών κέντρων, προκειμένου να προωθήσει το ενδιαφέρον των νέων για την Επιστήμη και την Τέχνη και να εμπνεύσει τους νέους να ακολουθήσουν επιστημονικές καριέρες.

Κεντρικό ερώτημα του εν λόγω προγράμματος ήταν το πώς μπορούμε να αυξήσουμε το ενδιαφέρον των νέων για τις επιστήμες. Στο πρόγραμμα CREATIONS (<http://creations-project.eu/>),

το οποίο χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αναπτύσσονται δημιουργικές προσεγγίσεις βασισμένες στις Τέχνες για τη δημιουργία μιας συνεργατικής σχολικής τάξης. Οι Τέχνες θεωρούνταν συχνά το αντίθετο της επιστήμης. Ωστόσο, το πρόγραμμα CREATIONS (Alexopoulos et al. 2016, Chappell et al. 2016, Smyrniou et al. 2016, 2017, 2018, 2019) συνδυάζει αυτούς τους δύο τομείς και ενθαρρύνει τη διεπιστημονική σκέψη ενώ αυξάνει το ενδιαφέρον του μαθητή. Οι οργανωτές σχεδιάζουν διάφορες εκδηλώσεις σχετικές με το θέατρο, τη φωτογραφία και εκθέσεις, στις οποίες οι νέοι μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό και ενεργό ρόλο που συνδέεται άμεσα με την επιστημονική γνώση. Το πρόγραμμα δημιουργεί με αυτόν τον τρόπο ένα πανευρωπαϊκό δίκτυο επιστημόνων, καθηγητών, καλλιτεχνών και μαθητών με στόχο την:

- Παροχή στους μαθητές και στους εκπαιδευτικούς της ευκαιρίας να δοκιμάσουν διάφορες δραστηριότητες και να συναντήσουν νέους ανθρώπους
- Προσομοίωση του έργου επιστημόνων και ερευνητών στην σχολική τάξη
- Προώθηση μιας βαθύτερης κατανόησης του τρόπου λειτουργίας της φύσης της επιστήμης
- Ενθάρρυνση της φιλοδοξίας των νέων να ασχοληθούν με την επιστήμη
- Εφαρμογή και προώθηση ενός διαδραστικού μοντέλου διδασκαλίας και μάθησης όσον αφορά την Επιστήμη
- Βελτίωση της μάθησης και της αυτο-δημιουργικότητας σε συναισθηματικά πλούσια περιβάλλοντα μάθησης
- Χρήση και διάδοση των αποτελεσμάτων του προγράμματος

i. Ο γεννήτορας «Μαθαίνοντας Επιστήμη μέσα από το θέατρο»

Βασική δράση, αναγνωρισμένη σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο, είναι η δράση «Μαθαίνοντας Επιστήμη μέσα από το θέατρο» (<http://lstt.eu/>, <https://www.facebook.com/learningsciencethroughtheater/>, https://www.youtube.com/playlist?list=PL6s6-1JKu8YWITHHrfgk_i6bSaceX0O2, lstt.weebly.com), η οποία υλοποιείται τα τελευταία έξι χρόνια. Η δράση σχεδιάστηκε από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Smyrniou et al., 2016, 2017, 2018, 2018, 2019), του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου καλούνται να δραματοποιήσουν επιστημονικές έννοιες και γνώσεις που προέρχονται από την ύλη που διδάσκονται στα σχολεία, αλλά παράλληλα να επεκτείνουν τις γνώσεις τους και σε έννοιες εκτός προγραμμάτων σπουδών. Η δράση «Μαθαίνοντας επιστήμη μέσα από το θέατρο» στηρίζεται στο παιδαγωγικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε από το ευρωπαϊκό πρόγραμμα CREATIONS, καθώς και στις αρχές των διερευνητικών μεθόδων μάθησης των φυσικών επιστημών (Inquiry Based Science Education). Επιμέρους στόχοι της δράσης είναι η ανάπτυξη δημιουργικών και κριτικών δεξιοτήτων, η ενεργή εμπλοκή στη διαπραγμάτευση επιστημονικών εννοιών, η απόκτηση βαθιάς κατανόησης επιστημονικών εννοιών και φαινομένων και η διεπιστημονική διασύνδεση των θετικών επιστημών με εκφάνσεις της τέχνης. Τη δράση πλαισιώνουν workshops και summer schools για καθηγητές και μαθητές. Τα αποτελέσματα της δράσης είναι πλούσια και σχετίζονται με τη Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based learning), τη Δημιουργικότητα (Creativity), την Ενσώματη μάθηση (Embodied learning), Τα πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα (γνωστική προσέγγιση), την Υπεύθυνη Έρευνα και Καινοτομία (Responsible Research and Innovation) και παρουσιάζονται σε διεθνή συνέδρια και περιοδικά. Η δράση προωθεί το καινούριο πλαίσιο για τη Διδακτική Θετικών

Επιστημών STEAM και έχει αποτελέσει βασικό πρότυπο- γεννήτορα για τη δημιουργία άλλων δράσεων με ίδιο περιεχόμενο στην Ευρώπη.

ii. Η δράση «Ανακαλύπτοντας το Νετρίνο!»

Η δράση «Ανακαλύπτοντας το Νετρίνο» αποτελεί και αυτή βασική εκπαιδευτική δραστηριότητα του προγράμματος CREATIONS, σχεδιασμένη από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Σκοπός του παρόντος διδακτικού σεναρίου είναι να εξετάσει σύγχρονες έννοιες της Φυσικής, όπως το νετρίνο, να εκσυγχρονίσει το περιεχόμενο της παραδοσιακής διδασκαλίας της Φυσικής και να συνδυάσει τις νέες εξελίξεις στον επιστημονικό τομέα της Φυσικής με τα σύγχρονα θεωρητικά, επιστημονικά πλαίσια της Διδακτικής, με κριτήριο την ενεργό εμπλοκή των μαθητών και μαθητριών και τη συμμετοχή όλων στην πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα, εφαρμόζοντας μια διαθεματική προσέγγιση που συνδυάζει τη Διδασκαλία της Επιστήμης και την Τέχνη. Εκτός από την μελέτη της τρέχουσας κατάστασης, το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο αποσκοπεί στην εισαγωγή και εφαρμογή πρωτοβουλιών STEAM ως μέσο ενδυνάμωσης όλων των μαθητών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα στην Ελλάδα. Αναλυτικότερα, το εν λόγω σενάριο στοχεύει στο:

- να σχεδιάσει ένα θεωρητικό πλαίσιο για τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών, προσεγγίζοντας την έννοια του νετρίνο και τις σύγχρονες εξελίξεις.
- να συμβάλει στην επικαιροποίηση της διδασκαλίας της επιστήμης για την προώθηση της κατανόησης των σύγχρονων επιστημονικών εννοιών από όλους (science for all), με την δημιουργία σεναρίων διδασκαλίας STEAM.
- να ενισχύσει τις επιστημονικές και ακαδημαϊκές συζητήσεις σχετικά με τη συμμετοχή όλων στην επιστημονική εκπαίδευση και κουλτούρα στην Ελλάδα, καθώς εστιάζει σε ένα σημαντικό υπό διερεύνηση πεδίο.
- να συνδυαστεί η επιστήμη με την τέχνη και να μελετηθούν διαφορετικά συστήματα μάθησης
- να δώσει στους μαθητές και στις μαθήτριες την ευκαιρία να αυτενεργήσουν και να καλλιεργήσουν σύγχρονες δεξιότητες του 21ου αιώνα.

Τα αποτελέσματα όλων αυτών των ερευνητικών προγραμμάτων δείχνουν ότι τα Προγράμματα Σπουδών πρέπει να επικαιροποιούνται ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των μαθητών. Ειδικά σε ένα μεταβαλλόμενο κόσμο που οι ανάγκες αυτές εναλλάσσονται, τα Προγράμματα Σπουδών έχουν ακόμα πιο απαιτητικό ρόλο να δείχνουν το δρόμο των γνώσεων και των δεξιοτήτων στους μαθητές. Μάλιστα, η ανάγκη των μαθητών να συμμετέχουν και να συνδιαμορφώνουν την γνώση τους οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, ενδυναμώνει τις στάσεις και τις δεξιότητες των μαθητών, τους βοηθά να εκφραστούν και να παράλληλα να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην κοινωνία. Για τη σημερινή εποχή, η προσέγγιση STEAM σε όλα τα επίπεδα καθίσταται παραπάνω από σημαντική.

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ‘DESCI’

Το Πρόγραμμα ‘DESCI’ - Developing and Evaluating Skills for Creativity and Innovation (2015-2018) Erasmus+ (2015-1-IT02-KA201-015417) επικεντρώνεται στη βελτίωση των ευρωπαϊκών μεθοδολογικών προτύπων εναλλασσόμενης κατάρτισης στο δευτεροβάθμιο τεχνικό και επαγγελματικό σχολικό σύστημα, μέσω της ανάπτυξης, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ενός συνόλου

μεθοδολογικών εργαλείων για εκπαιδευτικούς, σπουδαστές και δασκάλους (Valentine et al.2018, Smyrniou et al.2016).

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PLAY4GUIDANCE

Το Πρόγραμμα **PLAY4GUIDANCE (2014-2017)**, Erasmus +, 2014-1-IT02-KA200-004150 για τη νεανική επιχειρηματικότητα έχει σκοπό να ενισχύσει την επιχειρηματική κουλτούρα στους νέους Ευρωπαίους, να έρθουν σε στενή επαφή με τον κόσμο της εκπαίδευσης / κατάρτισης και με τον κόσμο της εργασίας, προκειμένου να επικαιροποιήσουν τις σπουδές τους στις πραγματικές ανάγκες των επιχειρήσεων, να δημιουργήσουν νέες επιχειρήσεις και να συμβάλλουν στη μείωση της ανεργίας στην Ευρώπη Smyrniou et al.2016, 2016).

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ‘ROSE’

Το Πρόγραμμα “ROSE” (2011) (Smyrniou et al.2004) διερεύνησε με ακρίβεια το βαθμό, στον οποίο θέματα Φυσικών Επιστημών, για τα οποία οι μαθητές εκδηλώνουν υψηλό βαθμό ενδιαφέροντος, εμπεριέχονται στο παλαιό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης που αφορούν την Ελλάδα (Dimopoulos & Smyrniou, 2005; Christidou, 2011) έδειξαν μια σημαντική έλλειψη συνάφειας του παλαιού αναλυτικού προγράμματος των Φυσικών Επιστημών στην υποχρεωτική εκπαίδευση με τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Αντίθετα, ορισμένα θέματα, που ενδιαφέρουν ελάχιστα τους μαθητές, καταλάμβαναν σημαντική έκταση στο πλαίσιο του παλαιού αναλυτικού προγράμματος.

2. Αρχές συγκρότησης του διδακτικού- μαθησιακού αντικειμένου STEAM για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

2.1 Η θέση και η διδασκαλία STEAM στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Το πρόγραμμα σπουδών περιγράφει τις γνώσεις των Φυσικών Επιστημών και τις ικανότητες που θα πρέπει να μεταδώσει το μάθημα ως εφόδιο για την περαιτέρω μάθηση και για την προσωπική και κοινωνική ανάπτυξη των μαθητών.

Η επιστήμη της Φυσικής ερευνά και παρέχει γνώσεις για τον φυσικό κόσμο χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες και χαρακτηριστικές μεθόδους. Οι επιστημονικές μέθοδοι επηρεάζονται σημαντικά και από το κοινωνικό πλαίσιο (ήθη, παραδόσεις και πρακτικές) που ανέπτυξαν οι επιστημονικές κοινότητες μέσα από μια ιστορία με κοινούς σκοπούς, επιδιώξεις και δραστηριότητες. Μία πληρέστερη και αυθεντική αντίληψη της επιστήμης συμπεριλαμβάνει και τις τρεις αυτές διαστάσεις: τις γνώσεις, τις μεθόδους, και την κοινωνική-πολιτισμική διάσταση της επιστήμης.

Οι Φυσικές Επιστήμες και κυρίως σε συνδυασμό με την Τέχνη, επιδρούν σε όλους σχεδόν τους τομείς της ζωής, αλλά και γενικότερα στις κοσμοθεωρητικές αντιλήψεις και στους τρόπους σκέψης και πρακτικής των σύγχρονων κοινωνιών. 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. Η πραγματικότητα αυτή δημιούργησε την αναγκαιότητα εξασφάλισης του επιστημονικού εγγραμματος 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 STEAM στο εκπαιδευτικό σύστημα, και αντανakλώνται στους στόχους των σύγχρονων Προγραμμάτων

Σπουδών για επιστημονικό εγγραμματισμό (Roberts & Bybee, 2014), για εφαρμογή των γνώσεων σε προβλήματα της καθημερινότητας, και για την ανάπτυξη κριτικής-δημιουργικής σκέψης και επικοινωνιακών-συνεργατικών ικανοτήτων (βλ. AAAS, Project 2001; Rutherford & Ahlgren 1991; AAAS 1993; NAS 1996; Qualifications and Curriculum Development Agency (UK) 2010; Finish National Board of Education 2003; National Curriculum Board (Australia) 2009; Ministry of Education, Ontario 2004; Welsh assembly Government 2008; NRC 2010; The Council and the European Parliament 2006, PISA 2005). Με τον όρο επιστημονικός εγγραμματισμός περιγράφεται ένα σύνολο βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων που χρειάζονται για την πρόσληψη, την κατανόηση, και για την κριτική αξιολόγηση υλικού και πληροφοριών που σχετίζονται με επιστημονικές γνώσεις και επιχειρήματα, καθώς και για τη δυνατότητα μιας ουσιαστικότερης συμμετοχής και λήψης αποφάσεων στα σύνθετα κοινωνικό-επιστημονικά ζητήματα της εποχής, όπως η περιβαλλοντική κρίση, η βιώσιμη ανάπτυξη-αειφορία, και η διαχείριση των ρίσκων των τεχνολογικών εφαρμογών.

Οι διάφορες φυσικές επιστήμες έχουν πολλά κοινά στοιχεία στη μεθοδολογία και τις επιδιώξεις τους, αλληλοεισδύουν, και συνδιαμορφώνουν από κοινού την αντίληψη για την επίδραση της επιστημονικής έρευνας και των τεχνολογικών εφαρμογών της στον σύγχρονο κόσμο.

Το παρόν Πρόγραμμα Σπουδών διαρθρώνεται γύρω από τους γνωστικούς και ευρύτερους παιδαγωγικούς και κοινωνικό-πολιτισμικούς στόχους της διδασκαλίας της Φυσικής, όπως διαμορφώνονται στη σύγχρονη Διδακτική και Παιδαγωγική και τους εντάσσει συγχρόνως στο πλαίσιο των γενικότερων σκοπών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας βασικής εκπαίδευσης, προσφέροντας όμως ένα πλαίσιο διδασκαλίας της θεματικής STEAM. Περιγράφει τα διδακτέα θέματα και τους στόχους του μαθήματος, και προτείνει διδακτικές προσεγγίσεις, δραστηριότητες και πηγές εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και θέματα για διεπιστημονικές-διαθεματικές διασυνδέσεις της Φυσικής με την τεχνολογία και με άλλες επιστήμες, με την τέχνη και τον πολιτισμό. Λαμβάνοντας υπόψη την απαραίτητη ευελιξία προσαρμογής της διδασκαλίας στις ιδιαίτερες ανάγκες και δυνατότητες του κάθε μαθητή και Σχολείου, αποσκοπεί στην κατά το δυνατόν ομογενοποίηση των βασικών γνώσεων και ικανοτήτων που προωθούνται στα Σχολεία της χώρας, και στηρίζει την υλοποίησή του στην αξιοποίηση της γνώσης και της δημιουργικότητας των εκπαιδευτικών.

Το Πρόγραμμα Σπουδών θα αποτελέσει τη βάση για τον προγραμματισμό της διδασκαλίας και την αξιολόγηση του μαθήματος και των μαθητών, καθώς και για τα σχετικά προγράμματα επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών.

Η συμμετοχή όλων είναι θεμελιώδης προϋπόθεση για την ευδοκίμηση της κοινωνίας. Διάφορες εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι η επιστημονική κατανόηση από όλους/ες και η προώθηση της ισότητας μεταξύ των φύλων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική οικονομική, κοινωνική ανάπτυξη και επιστημονική πρόοδο. Ως εκ τούτου, η ενίσχυση της συμμετοχής όλων στη διδασκαλία STEAM θα μπορούσε να ωφελήσει σημαντικά την κοινωνία, την οικονομία και την επιστήμη.

Δεδομένου ότι το μακροπρόθεσμο όραμα του Προγράμματος Σπουδών είναι η διαμόρφωση θετικών στάσεων των νεαρών μαθητών και μαθητριών απέναντι στην Επιστήμη και επιπλέον η ενθάρρυνσή τους προς σταδιοδρομίες STEAM, παράλληλα με την ενεργό εμπλοκή τους στη γνώση και την καλλιέργεια στάσεων και δεξιοτήτων, το εν λόγω έργο αναμένεται να συμβάλλει σημαντικά στην οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική αλλαγή και την επιστημονική πρόοδο στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, βιώνοντας πλέον τον κόσμο της ψηφιακής οικονομίας, η συμμετοχή όλων και η γεφύρωση του χάσματος των φύλων στα μαθήματα STEAM είναι ζωτικής σημασίας τόσο για την οικονομική ενδυνάμωση των γυναικών όσο και για την ανταπόκριση στις αυξανόμενες ανάγκες για εξειδικευμένο προσωπικό. Η υπο-εκπροσώπηση των γυναικών στις σταδιοδρομίες STEAM δεν είναι

τίποτα άλλο από τις αποτυχημένες πολιτικές ενσωμάτωσης και αξιοποίησης των επιστημονικών ταλέντων σχεδόν του μισού πληθυσμού της υφηλίου. Η συμμετοχή των γυναικών σε πεδία STEAM θα μπορούσε να προωθήσει την οικονομική ανάπτυξη και την οικονομική ισότητα. Επιπρόσθετα, η καταπολέμηση των στερεοτύπων μπορεί να λειτουργήσει ανασταλτικά ως προς την αντίστοιχη κατάτμηση της αγοράς εργασίας με βάση το φύλο ως απόρροια των επαγγελματικών επιλογών των κοριτσιών στο σχολείο και το πανεπιστήμιο. Δεδομένου ότι οι ανισότητες μεταξύ των φύλων στην εκπαίδευση οδηγούν σε μείωση της οικονομικής ανάπτυξης, η έρευνα που στοχεύει στην καταπολέμηση αυτών των ανισοτήτων έχει θετικό οικονομικό αντίκτυπο. Σε ένα κόσμο οικονομικής αβεβαιότητας, η καινοτομία αποτελεί μονόδρομο για τη μελλοντική ευημερία. Ωστόσο, η καινοτομία είναι άρρηκτα δεμένη με τα πεδία STEAM και στην εξίσωση αυτή η Τέχνη χρειάζεται περισσότερο από ποτέ για να επαναδιαμορφώσει την οικονομία και να ηγηθεί της καινοτομίας. Με την παρότρυνση όλων των μαθητών και μαθητριών- και ιδιαίτερα των κοριτσιών- σε καριέρες STEM μέσω στρατηγικών STEAM, η μελέτη αυτή μπορεί να συμβάλει στην αναζωογόνηση της οικονομίας της χώρας μας, η οποία εκτός από άλλους περιορισμούς υποφέρει από ένα αυξανόμενο “brain drain”, μια ανησυχητική κατάσταση που θέτει σε κίνδυνο την ευημερία, την καινοτομία και την ανάπτυξη.

Όσον αφορά στον κοινωνικό αντίκτυπο αυτής της μελέτης, το Πρόγραμμα Σπουδών στοχεύει στην προώθηση της ισότητας στην επιστημονική εκπαίδευση. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την καταπολέμηση των στερεοτύπων που ξεκινούν από νεαρή ηλικία. Επιπλέον, η ενθάρρυνση περισσότερων μαθητών και ιδιαίτερα γυναικών προς την επιστήμη είναι πολύ σημαντική για την ενίσχυση της δημοκρατίας και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος ευαισθητοποίησης και αμοιβαίου σεβασμού. Οι μαθητές και μαθήτριες που έχουν επιστημονική εκπαίδευση τείνουν να έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και να είναι περισσότερο ενεργοί και ενημερωμένοι πολίτες, να συμμετέχουν στη δημόσια σφαίρα και να συμβάλλουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Τέλος, το Πρόγραμμα Σπουδών φιλοδοξεί να ενισχύσει τις επιστημονικές και ακαδημαϊκές συζητήσεις σχετικά με τη συμμετοχή όλων στην επιστημονική εκπαίδευση και κουλτούρα στην Ελλάδα, καθώς εστιάζει σε ένα σημαντικό υπό διερεύνηση πεδίο. Δεδομένου ότι οι πληροφορίες που έχουμε σχετικά με τις προσδοκίες των μαθητών και μαθητριών στις αίθουσες διδασκαλίας στην Ελλάδα είναι περιορισμένες, υπάρχει μεγάλη επιστημονική απαίτηση για μια επίκαιρη αξιολόγηση της κατάστασης που μπορεί να αποτελέσει έναυσμα για περαιτέρω έρευνα. Σε αυτή την κατεύθυνση, η πρωτοβουλία STEAM εφαρμόζει μια δημιουργική επανένωση της Επιστήμης με την Τέχνη, δημιουργώντας μια δυναμική ευκαιρία για δομικές αλλαγές στην επιστημονική εκπαίδευση βασισμένες σε εμπειρίες εκμάθησης μέσω τέχνης.

2.2 Σκοποί και στόχοι της διδασκαλίας STEAM

i. Γενικοί Σκοποί

Με βάση τα παραπάνω οι γενικοί σκοποί του προτεινόμενου προγράμματος επικεντρώνονται όχι μόνο στην γνωστική ανάπτυξη των μαθητών/τριών και την καλλιέργεια επιστημονικής σκέψης, αλλά ταυτόχρονα στην δημιουργική τους φαντασία με την ανάληψη πρωτοβουλιών, στην πρακτική εφαρμογή των σύγχρονων θεωριών και τεχνικών στον τομέα της Παιδαγωγικής, ώστε να καταδειχθεί η χρησιμότητα νέων προσεγγίσεων, στην δημιουργία ανοιχτών σχολείων που θα συνεργάζονται με επιστημονικούς και ερευνητικούς φορείς ώστε να προωθείται η διάχυση της επιστημονικής σκέψης, στην κοινωνική αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών και στην δημιουργία και ανάπτυξη πρωτότυπου και καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού και κατασκευών, όπου θα αποτελέσουν αρωγό για την οικοδόμηση μιας διαφορετικής εκπαιδευτικής, σχολικής και ερευνητικής κουλτούρας. Η δράση στοχεύει στην απελευθέρωση της δημιουργικότητας και την ενίσχυση της καινοτομίας. Και αυτό διότι αυτή εμφορείται από την αντίληψη ότι η τάση ή διάθεση για οποιαδήποτε καινοτόμα ιδέα

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

αναδεικνύει τις πνευματικές και φυσικές ικανότητες του ατόμου ως επιβεβαίωση ατομικής ή συλλογικής έκφρασης και αιτιολόγησης της υποστασιακής του αναγκαιότητας. Συνεπώς, οι μαθητές σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς γίνονται κοινωνοί των επιστημονικών αρχών και της εποχής που μελετούν, αντιλαμβανόμενοι ότι ο Άνθρωπος υπάρχει ως δημιουργός και όχι δημιουργήμα και πρέπει να βρίσκεται σε μια διαρκή αναζήτηση των δυνατοτήτων του, αποδεικνύοντας στον ίδιο πρωτίστως πως μπορεί να παράγει ιδέες και να καθιερώνει νέες τάσεις.

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες διέπονται από τους επιμέρους, ειδικούς στόχους της, αλλά το σύνολο των δραστηριοτήτων στηρίζεται στους παρακάτω σκοπούς:

1. Η μελέτη νέων επιστημονικών εννοιών στη σχολική κοινότητα με στόχο την επεξεργασία των δεδομένων από τους μαθητές και την συγκριτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
2. Η μελέτη των παραπάνω εννοιών μέσω νέων μεθόδων και καινοτόμων πρακτικών, όπως η διαδικασία της Ανακαλυπτικής Μάθησης (Inquiry- based Learning, Moore et al.2016) ή τα πολλαπλά αναπαραστασιακά συστήματα, ώστε οι μαθητές/τριες να δράσουν σαν ερευνητές, μελετώντας τα δεδομένα, συγκρίνοντάς τα, αναλύοντάς τα και εξάγοντας αποτελέσματα. Οι μαθητές αναμένεται να αποκτήσουν μια βαθύτερη αντίληψη για το πώς δουλεύει η επιστήμη προσομοιώνοντας την δουλειά ενός επιστήμονα και ενός ερευνητή.
3. Η εξοικείωση των μαθητών/τριών με την χρήση της επιστημονικής μεθόδου ως εργαλείο απαραίτητο για την σύνδεση της γνώσης με την καθημερινή της εφαρμογή και την χρησιμότητά της στην ερμηνεία σύγχρονων φαινομένων. Στη σημερινή εποχή είναι απαραίτητο οι μαθητές να ασκηθούν στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται, εργάζονται και λύνουν τα προβλήματα οι επιστήμονες, στις διαδικασίες, δηλαδή, που ακολουθούν στις έρευνες τους (Smyrnaiou & Weil-Barais, 2005; Smyrnaiou & Dimitracopoulou, 2007;κα).
4. Η διάχυση της επιστημονικής γνώσης στους μαθητές/τριες της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης μέσω της εξοικείωσής τους με πειραματικές συνθήκες (Zacharia, 2003), όπως τα εργαστήρια, τα πειράματα με τη χρήση επιστημονικών εργαλείων, ώστε να κατανοήσουν τις επιστημονικές έννοιες με πολλαπλές μεθόδους και τεχνικές.
5. Η μετουσίωση των ερευνητικών αποτελεσμάτων σε παιδαγωγικό εργαλείο με την παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού σε συνεργασία με την ερευνητική ομάδα, τους/τις μαθητές/τριες, και διάφορες ειδικότητες επαγγελματιών και ερευνητών. Η εκπόνηση εκπαιδευτικού υλικού για το ειδικό μέρος της κάθε ενότητας θα αναπτυχθεί με βάση: (α) το γνωστικό αντικείμενο, (β) τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη διδακτική-μαθησιακή προσέγγιση του εκάστοτε γνωστικού αντικειμένου, και (γ) τρόπους αξιοποίησης πολλαπλών μεθοδολογικών εργαλείων για την επίτευξη των στόχων αυτών και για την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής προστιθέμενης μαθησιακά αξίας.
6. Ο μετασχηματισμός της ερευνητικής γνώσης σε καινοτομία μέσω της βιοματικής και ενεργούς συμμετοχής των μαθητών/τριών.
7. Η καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης των μαθητών/τριών.
8. Η πρόκληση ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών για την ενασχόλησή τους με τις επιστήμες και η ενεργός συναισθηματική τους εμπλοκή σε πολλαπλές δραστηριότητες.
9. Η μεταφορά της γνώσης και της ερευνητικής πρακτικής από την Τριτοβάθμια Εκπαίδευση και τα ερευνητικά κέντρα προς την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.
10. Η συνεισφορά της Τέχνης και της Ενσώματης Μάθησης ως βασικό πεδίο εφαρμογής των μεθοδολογιών STEAM.

Η διεπιστημονική προσέγγιση της παρούσας δράσης στοχεύει στην ολοκλήρωση των πεδίων γνώσης, στην αποτελεσματική και στενή διαθεσμική συνεργασία και στην οργανωτική αλλαγή στον τομέα της επιστημονικής εκπαίδευσης. Η υλοποίηση των παραπάνω σκοπών θα επιχειρηθεί σε δύο φάσεις. Σε ένα πρώτο επίπεδο οι μαθητές (α) εξοικειώνονται με τους σύγχρονους τομείς, και (β) εμβαθύνουν στον τομέα. Στο επίπεδο αυτό οι μαθητές ενεργούν ώστε η προστιθέμενη μαθησιακά αξία να είναι η βέλτιστη δυνατή. Απώτερος σκοπός του έργου είναι η αλληλεπίδραση της

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με τους χώρους του Πανεπιστημίου, με ερευνητικά κέντρα και με χώρους καλλιτεχνικής έκφραση, όπως εκθέσεις ζωγραφικής ώστε α) να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για διαφορετικούς επιστημονικούς τομείς, μέσω της βιωματικής μάθησης και συνεργασίας με το ερευνητικό προσωπικό, τους ερευνητές και τους φοιτητές β) να συνειδητοποιήσουν ότι οι επιστήμονες είναι άνθρωποι και να οικοδομήσουν μια «εικόνα» για αυτούς (Lemke, 2009), γ) να αποκτήσουν γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις σε σύγχρονους τομείς της καθημερινής ζωής, προβληματιζόμενοι/ες σε σύγχρονα, επίκαιρα θέματα.

Μέσω των πολλαπλών θεματικών ενοτήτων και της εφαρμογής συγκεκριμένων δραστηριοτήτων, η δράση στοχεύει στο να ρίξει φως σε γενικά ζητήματα που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε πιθανές μελλοντικές διεθνείς ερευνητικές υποδομές, όπως: να γίνουν κατανοητοί όλοι οι τρόποι με τους οποίους μπορούν να αξιοποιηθούν όλα τα αποτελέσματα της δημόσιας χρηματοδότησης εθνικών οικονομιών και να επηρεαστεί η ζωή των πολιτών εν γένει ώστε να οδηγηθούν στην ευαισθητοποίηση σχετικά με την επιστημονική έρευνα και οι νέοι μαθητές, που σύντομα θα λάβουν αποφάσεις σχετικά με τη μελλοντική σταδιοδρομία τους, να στραφούν μέσω της πρόκλησης ενδιαφέροντος στις επιστημονικές καριέρες.

Η προτεινόμενη δράση παρουσιάζει ένα πλαίσιο το οποίο εξελίσσεται από τις βασικές αρχές της υπεύθυνης έρευνας και καινοτομίας που θα στηρίξουν τις μεγάλες ερευνητικές υποδομές για τη βελτιστοποίηση των οργανωτικών τους δομών, διαδικασιών και εσωτερικών πολιτικών για την καλύτερη διαχείριση των σημαντικών αποτελεσμάτων προσέλευσης και για τη μεγιστοποίηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων χωρίς να μειωθούν οι πρωταρχικοί ερευνητικοί στόχοι. Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό ότι μέσω του προγράμματος ενθαρρύνεται η συμμετοχή των εκπαιδευτικών κοινοτήτων στην Επιστημονική Έρευνα και προσεγγίζεται το όραμα για την τάξη της επιστήμης του αύριο. Παράλληλα, δημιουργούνται καινοτόμοι τρόποι διδασκαλίας και προσέγγισης της επιστήμης και καλλιεργούνται κίνητρα για την ενασχόληση των νέων με αυτή. Μέσα από νέες, σύγχρονες και επιστημονικά παιδαγωγικές αρχές για την ανανέωση των διδακτικών τεχνικών και αρχών επαναπροσδιορίζεται η επιστημονική εκπαίδευση και εξετάζεται πώς μπορεί να προσαρμοστεί στον σύγχρονο κόσμο και πώς μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες όλων των μαθητών. Αναπτύσσεται, έτσι, ένα παιδαγωγικό πλαίσιο που βασίζεται στα δομικά χαρακτηριστικά της δημιουργικής μάθησης, συμπεριλαμβανομένης της διερευνητικής μάθησης, τη δυναμική της ανακαλυπτικής προσέγγισης, την εμπλοκή των μαθητών σε επιστημονικά προσανατολισμένα ερωτήματα, την προτεραιότητα στην απόδειξη απαντήσεων σε ερευνητικά ερωτήματα, τις διατυπώσεις εξηγήσεων που βασίζονται σε τεκμήρια, τη σύνδεση εξηγήσεων με την επιστημονική γνώση και τέλος την επικοινωνία των αποτελεσμάτων και την αιτιολόγηση των ερευνητικών συμπερασμάτων και καλλιτεχνικών δημιουργιών των μαθητών. Αυτά τα στοιχεία υποστηρίζουν τη δημιουργικότητα ως γενικό στοιχείο των ουσιαστικών και επικοινωνιακών πτυχών της παιδαγωγικής, ενσωματώνοντας τον πολιτισμό και τις τέχνες και προτείνουν καινοτόμες στρατηγικές διδασκαλίας που θα προσφέρουν στους σπουδαστές υψηλή συμμετοχή και θα τους επιτρέψουν να δημιουργήσουν εξαιρετικά φανταστικές δυνατότητες. Ταυτόχρονα, το πλαίσιο της δράσης βασίζεται στις βασικές αρχές της Υπεύθυνης Έρευνας και Καινοτομίας: δέσμευση των εκπαιδευόμενων, απελευθέρωση του πλήρους δυναμικού τους, ανταλλαγή αποτελεσμάτων και πρόσβαση σε επιστημονικές πηγές, σχεδιασμός καινοτόμων δραστηριοτήτων για όλους. Επομένως, οι εκπαιδευτικές πρακτικές και οι στρατηγικές που παρουσιάζονται θα επιτρέψουν στους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να εντοπίσουν δημιουργικές δραστηριότητες για τη διδασκαλία της επιστήμης. Επιπλέον, η προτεινόμενη παιδαγωγική θα έχει ως στόχο να επιτρέψει στους εκπαιδευτικούς είτε να δημιουργήσουν νέες δημιουργικές δραστηριότητες είτε να συνδυάσουν διαφορετικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που αναγνωρίζονται ως δημιουργικές (σχεδίαση σχολικών εκθεμάτων, έργα τέχνης και κατασκευές μαθητών/τριών) σε διεπιστημονικά σενάρια εκμάθησης. Παράλληλα, μέσω των προτεινόμενων δράσεων, εισάγεται επιτυχώς η επιστημονική μεθοδολογία στην εκπαίδευση και εμπλουτίζονται οι συνεργασίες και τα εργαλεία των εκπαιδευτικών. Έτσι, δοκιμάζονται καινοτόμες πρακτικές και δημιουργούνται μαθησιακές κοινότητες εκπαιδευτικών, φοιτητών, μαθητών, καλλιτεχνών και ερευνητών. Η συμμετοχή σε ένα τέτοιο επαγγελματικό δίκτυο θα ενθαρρύνει την

αλληλεπίδραση και θα τους προσφέρει ευκαιρίες εμπλουτισμού των πρακτικών τους και του επαγγελματικού τους πλαισίου μέσω της συνεργασίας εντός και μεταξύ των σχολείων, των πανεπιστημίων και των ερευνητικών ιδρυμάτων, του συλλογικού προβληματισμού (Σμυρναίου, 2008), της ανάπτυξης και αξιολόγησης της διδασκαλίας, της ανταλλαγής ιδεών, της εμπειρίας, της ανάπτυξη της ποιότητας, και τέλος την υποστήριξη και την τόνωση της έρευνας. Με αυτόν τον τρόπο αναμένεται να διευρύνει τον «διάλογο» μεταξύ των επιστημόνων και της εκπαιδευτικής κοινότητας, θα ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ σχολείων και ερευνητικών οργανισμών (χρησιμοποιώντας την καλλιτεχνική έκφραση ως καταλύτη), θα προωθήσει την επιστημονική κουλτούρα στην κοινωνία και θα βοηθήσει τους νέους να αποκτήσουν καλύτερη κατανόηση του ρόλου της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία.

ii. Γενικοί Στόχοι

Το προτεινόμενο έργο αποσκοπεί στην εισαγωγή και εφαρμογή πρωτοβουλιών STEAM ως μέσο ενδυνάμωσης όλων των μαθητών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα στην Ελλάδα.

Αναλυτικότερα, η μελέτη αυτή στοχεύει στο:

- να σχεδιάσει ένα θεωρητικό πλαίσιο για τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών μέσω της τέχνης που θα λαμβάνει υπόψη **κυρίαρχες αντιλήψεις** στην εκπαίδευση STEM στην Ελλάδα.
- να **συμβάλει στην επικαιροποίηση** της διδασκαλίας της επιστήμης για την προώθηση της κατανόησης των σύγχρονων επιστημονικών εννοιών από όλους (science for all), με την δημιουργία σεναρίων διδασκαλίας STEAM.

2.3 Η διάρθρωση του Προγράμματος Σπουδών STEAM

A. Το Πρόγραμμα Σπουδών δομείται σε δυο βασικούς άξονες, **την τυπική και την άτυπη εκπαίδευση**. Στην τυπική εκπαίδευση οι μαθητές/τριες εργάζονται μέσα στο σχολικό περιβάλλον, είτε στη σχολική τάξη είτε σε σχολικά εργαστήρια. Αυτό το πλαίσιο ενισχύει τη συνοχή και τη συνεκτικότητα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών και διατηρεί το επίσημο πλαίσιο γνώσης της εκπαίδευσης. Σε μια, όμως, εποχή που απαιτούνται πολυεπίπεδες δεξιότητες, το σχολικό περιβάλλον μπορεί να επεκταθεί και εκτός των σχολικών τάξεων. Σχολεία ανοιχτά προς την κοινωνία προσφέρουν ένα νέο πλαίσιο μάθησης και εκπαίδευσης. Στην άτυπη εκπαίδευση οι μαθητές και μαθήτριες επεκτείνουν τις γνώσεις τους εκτός της σχολικής τάξης και διευρύνουν τα γνωστικά τους πεδία μέσα από επισκέψεις σε μουσεία, ερευνητικά κέντρα, πανεπιστημιακά ιδρύματα, καλλιτεχνικές εκθέσεις και εργαστήρια. Η γνώση που αποκομίζεται από το περιβάλλον της άτυπης εκπαίδευσης είναι αλληλοσυμπληρούμενη με το περιβάλλον της τυπικής μάθησης και εκπαίδευσης και συνεισφέρει στη συγκρότηση των εννοιολογικών δικτύων των μαθητών.

B. Με βάση το συνδυασμό της τυπικής και άτυπης μάθησης ως αλληλένδετο σχήμα για την σφαιρική ανάπτυξη του μαθητή, προκρίνονται στο εν λόγω Πρόγραμμα **τα εξής μαθησιακά περιβάλλοντα:**

1. Κοινότητες πρακτικής (με φυσική παρουσία ή ψηφιακά): στοχεύουν στην ανάπτυξη ενός δικτύου διαδικτυακών κοινοτήτων και καναλιών που μοιράζονται δραστηριότητες πολυπολιτισμικού περιεχομένου εμπνεόμενες από την επιστήμη σε εθνικό ή διεθνές επίπεδο.

2. Προσομοιώσεις: προκειμένου να καταστεί δυνατή η απεικόνιση των θεωρητικών μοντέλων και να διευκολυνθεί ο πειραματισμός που βασίζεται στην έρευνα.

3. Περιβάλλοντα Τέχνης: Η εισαγωγή της Τέχνης αποτελεί βασικό άξονα του παρόντος Προγράμματος και με βάση τις καλλιτεχνικές δράσεις διευθύνεται και ενισχύεται η επιστημονική

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

διασύνδεση της επιστήμης με πτυχές της τέχνης. Στο πλαίσιο αυτό επιδιώκεται μια επιστημονική διασύνδεση της επιστήμης με πτυχές της τέχνης, όπου οι μαθητές θα συμμετέχουν σε πολυεπίπεδες καλλιτεχνικές δραστηριότητες, υποστηρίζοντας την γνώση τόσο στις επιστήμες όσο και στις τέχνες.

4. Διάλογος / επιχειρηματολογία: στοχεύει στην εμπλοκή των μαθητών/τριών σε επιχειρηματολογικές και διαλογικές διαδικασίες για την καλύτερη κατανόηση της φύσης της επιστημονικής έρευνας και των τρόπων με τους οποίους εργάζονται οι επιστήμονες.

5. Πειραματισμός (Εργαστήρια επιστήμης και εφαρμογές eScience): στοχεύουν στην ενίσχυση της φυσικής και πνευματικής αλληλεπίδρασης των μαθητών/τριών με εκπαιδευτικά υλικά μέσω του «πειράματος» και του «προβληματισμού».

6. Επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα (εικονικά / φυσικά): στοχεύουν στη σύνδεση της τάξης με τις ερευνητικές υποδομές, με στόχο την ενίσχυση των συστημάτων άτυπης μάθησης.

7. Επικοινωνία των επιστημονικών ιδεών στο κοινό: στοχεύει στην αντιμετώπιση των αναγκών να δημιουργηθούν περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές θα ενισχυθούν για να αναθέσουν σε εξωτερικούς συνεργάτες και να επεξεργαστούν επιστημονικές ιδέες που έχουν αποκτήσει ενώ αλληλεπιδρούν με ένα κοινό (άλλοι μαθητές, εκπαιδευτικοί, επιστήμονες, γονείς κλπ.). προωθώντας έτσι έναν διπλό διάυλο επικοινωνίας: α) τις αντανακλαστικές διαδικασίες (αφοσίωση για επιστημονική συνοχή και επαλήθευση) και β) την ρητή επεξεργασία των επιστημονικών ιδεών μέσω της αλληλεπίδρασης και της εξωστρέφειας.

Αν και αυτοί οι τύποι μαθησιακών περιβαλλόντων περιλαμβάνουν συγκεκριμένους τομείς για τη δημιουργική προσέγγιση στην εκπαίδευση, είναι δομημένοι με ευέλικτο και αλληλεπικαλυπτόμενο τρόπο που επιτρέπει πολλαπλές χρήσεις τους ή και συνδυασμούς μαθησιακών περιβαλλόντων για την ενίσχυση της μάθησης. Μάλιστα, όσο περισσότερα μαθησιακά περιβάλλοντα αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται, τόσο καλύτερη πρόσβαση στη γνώση αποκτά ο μαθητής.

Γ. Το Πρόγραμμα ακολουθεί, επίσης, το διαχωρισμό σε δραστηριότητες δια ζώσης (είτε σε περιβάλλον τυπικής είτε σε περιβάλλον άτυπης εκπαίδευσης) και σε δραστηριότητες εξ αποστάσεως (είτε τυπικής είτε άτυπης εκπαίδευσης). Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα να συμμετέχουν όλο και περισσότερα σχολεία στις δραστηριότητες, δημιουργώντας κοινότητες μάθησης και δίκτυα συνεργαζόμενων σχολείων. Τα σχολεία αυτά δεν προάγουν μόνο τη συνεργασία, αλλά φέρουν και αποτυπώνουν το πολιτισμικό κεφάλαιο που εκπροσωπούν, μια βασική παράμετρος που επηρεάζει τα καλλιτεχνικά δημιουργήματα και βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν τη γνώση τους με την καθημερινή ζωή και να προβληματιστούν για προβλήματα του τόπου τους. Παράλληλα, εξασφαλίζεται ένα πλαίσιο συμμετοχής σχολείων από απομακρυσμένες περιοχές, καθώς δίνεται η δυνατότητα να συμμετέχουν σε δραστηριότητες (όπως η παραγωγή μιας θεατρικής παράστασης) και μαθητές από σχολεία εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων.

Δυο παραδείγματα αυτής της προτεινόμενης τριπλής διάρθρωσης του Προγράμματος Σπουδών (Α. Τυπικής/ Άτυπης εκπαίδευσης, Β. Μαθησιακά Περιβάλλοντα, Γ. Δια ζώσης/ Εξ αποστάσεως εκπαίδευση) σε μορφή διδακτικού σεναρίου αποτελούν οι δράσεις «Μαθηματικά και Τέχνη», από το χώρο των Μαθηματικών και η «Ανακάλυψη του Νετρίνο» από το χώρο της Φυσικής, οι οποίες προτείνονται ενδεικτικά στο Παράρτημα. (βλ. Παράρτημα).

2.4 Γνώση των μεθόδων και πρακτικών του STEAM- Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων- Προτεινόμενες διδακτικές προσεγγίσεις και δραστηριότητες

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

Για να επιτευχθεί καλύτερο μαθησιακό αποτέλεσμα στη διδασκαλία χρησιμοποιούνται ή εργαλεία για τις διδακτικές προσεγγίσεις όπως οι ερωτήσεις, η λύση των προβλημάτων, η γνωστική σύγκρουση, οι εννοιολογικοί χάρτες, το δραματικό παιχνίδι και οι προσομοιώσεις σε ψηφιακά λογισμικά (Σμυρναίου, 2006).

Αρχικά, όλη η φιλοσοφία του προγράμματος σπουδών βασισμένο στην ενότητα STEAM στηρίζεται στη λογική της ανακαλυπτικής μάθησης, με βάση τα στάδια της «ΕΡΩΤΗΜΑ- ΑΠΟΔΕΙΞΗ- ΑΝΑΛΥΣΗ- ΕΞΗΓΗΣΗ- ΣΥΝΔΕΣΗ- ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΗ/ ΣΤΟΧΑΣΜΟΣ». Αυτή η λογική, για να είναι πρακτικά εφαρμόσιμη από τον εκπαιδευτικό μετατίθεται διδακτικά στη συλλογική των ερωτημάτων «παρατηρώ- εξετάζω- συλλέγω δεδομένα- αναρωτιέμαι- περιγράφω- αναγνωρίζω- συγκρίνω- επεκτείνω- απαντώ σε ερωτήματα- προβλέπω- αποφασίζω». Η λογική STEAM προσθέτει στα στάδια των ερωτημάτων και της διαδικασίας την έννοια «δημιουργώ», και μάλιστα με τη σημασία της καλλιτεχνικής δημιουργίας πρωτότυπων μαθησιακών αποτελεσμάτων επιστημονικά αποδεκτών. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενθαρρύνουν αυτή τη διαδικασία μέσα από παραγωγικά ερωτήματα προς τους μαθητές που αφορούν

- την επιστημονική φύση των εννοιών
- την σύγκρισή τους με άλλες υπο- έννοιες του εννοιολογικού δικτύου
- την ιστορική εξέλιξη των εννοιών
- την πολιτισμική τους νοηματοδότηση
- την εφαρμογή τους και την αξία τους στην καθημερινή πρακτική
- και κυρίως μέσα από τη συνεισφορά της Τέχνης, το πώς τοποθετούνται οι ίδιοι οι μαθητές απέναντι σε αυτή την γνώση

Οι ερωτήσεις (Bardige & Russel, 2014) θεωρούνται εργαλεία που έχουν ως στόχο την ανάδυση των απόψεων των μαθητών. Απευθύνονται σ' όλους τους μαθητές, και αποτελούν μια προέκταση της φάσης του προσανατολισμού. Οι παραγωγικές ερωτήσεις ενθαρρύνουν τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και της εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου κατά την οικοδόμηση της γνώσης. Μέσω την δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, των πειραμάτων, της συναισθηματικής συμμετοχής με τα καλλιτεχνικά δημιουργήματα, οι μαθητές συνδέουν παραγωγικά τα ερωτήματα, κατανοούν, εξηγούν, αλλά και συναισθάνονται. Τα ερωτήματα που θέτουν οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε

- ερωτήματα συγκέντρωσης της προσοχής, κυρίως στις πρώτες φάσεις των δραστηριοτήτων, όπως *«Έχετε ποτέ σκεφτεί, έχετε ποτέ παρατηρήσει, Τι γνωρίζετε για, πώς σας φαίνεται....»*, τα οποία χαρακτηρίζονται από υψηλό επίπεδο ανοιχτότητας.
- ερωτήματα προσδιορισμού, μέτρησης κτλ. όπως *«Πόσα και ποια στοιχεία, πόσο συχνά παρατηρείτε....κτλ»* τα οποία αντιστοιχούν στη φάση της παρατήρησης και της συλλογής επιστημονικών δεδομένων
- ερωτήματα σύγκρισης τα οποία ενισχύουν την παρατήρηση και εντοπίζουν ομοιότητες, διαφορές και υποστοιχεία των υποκωδίκων, ώστε να κατασκευάσουν τα εννοιολογικά δίκτυα
- ερωτήματα δράσης (π.χ *Τι θα γινόταν αν, πώς θα σου φαινόταν αν...*) τα οποία ενθαρρύνουν την ευαισθητοποίηση (what if question, Chappell et al., 2016). Αυτά θεωρούνται τα ερωτήματα δημιουργικότητας και ενθαρρύνουν την δυνατότητα σκέψης (possibility thinking). Αυτή η δυναμική σημαίνει να είναι σε θέση ο εκπαιδευτικός να θέσει ερωτήματα του τύπου *«τι και αν συνέβαινε..., τι θα συνέβαινε αν.....»* και *«πώς θα δρούσα αν...»*. Για παράδειγμα *«Τι γίνεται αν επιλέξω να διερευνήσω αυτό το επιστημονικό ερώτημα και όχι αυτό; Τι γίνεται αν χρησιμοποιώ αυτήν την προσέγγιση τέχνης για να με βοηθήσει να διερευνήσω την ερώτησή μου ...; Πώς μπορώ*

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

να το φανταστώ αυτό σαν να ήμουν ...; Τι συμβαίνει εάν εγώ ως δάσκαλος συνεργάζομαι με αυτόν τον καλλιτέχνη σαν να ...;» (Chappell et al., 2016).

- Ερωτήματα επίλυσης προβλήματος (όπως «Θα μπορούσες να βρεις έναν τρόπο να...;»), ώστε οι μαθητές να διαχειριστούν προβληματικές καταστάσεις και να τις επιλύσουν

Ο εκπαιδευτικός πρέπει να είναι ευέλικτος όσον αφορά τις συνθήκες της μάθησης και προσαρμοστικός ανάλογα τις ανάγκες του μαθητή. Δίνει χώρο και χρόνο όπου αυτό χρειαστεί, συμβουλεύει χωρίς να κατευθύνει, θέτει ερωτήματα όχι κλειστά, αλλά ερωτήματα που προκαλούν τον μαθητή, αναπλαισιώνει το πρόγραμμα και τη λογική των δραστηριοτήτων, εντάσσει τις παρατηρήσεις των μαθητών δημιουργικά στα επόμενα στάδια και θα ενθαρρύνει τις συνεχείς απορίες και ερωτήματα.

Οι δραστηριότητες οργανώνονται σε περιβάλλον τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης, εντός και εκτός σχολείου, ώστε να ενισχύεται η παρατήρηση, η συλλογή στοιχείων, η εξερεύνηση, η σύγκριση και οι πραγματικές καταστάσεις που καλούνται οι μαθητές να διαχειριστούν.

Εκτός από την αναζήτηση και την παρατήρηση, σημαντικός χρόνος διατίθεται στη συζήτηση των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία συνεχίζει να είναι ανοιχτή, πρέπει όμως κυκλικά να καταλήγει σε συμπεράσματα, επιστημονικά αποδεκτά. Ο εκπαιδευτικός ανατροφοδοτεί τη συζήτηση, θέτει νέα ερωτήματα, θέτει τα επιστημονικά δεδομένα προς συζήτηση. Αυτό το στάδιο της γνωστικής σύγκρουσης δίνει την ευκαιρία οι μαθητές να συγκρουστούν με προϋπάρχουσες γνώσεις και να επιστημοποιήσουν τα ερευνητικά τους αποτελέσματα, επαληθεύοντας ή διαψεύδοντάς τα.

Η Ενσώματη Αναπαράσταση έρχεται ως παιδαγωγική θεωρία να ενισχύσει την καλλιτεχνική έκφραση των μαθητών. Αποτελεί μία από τις πιο σύγχρονες, παιδαγωγικές θεωρίες μάθησης, η οποία επικεντρώνεται στη χρήση και αξιοποίηση του σώματος στην εκπαιδευτική πράξη και στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και μαθητή εντός και εκτός σχολικής τάξης και σε ψηφιακά περιβάλλοντα. Μέσω αυτής ο μαθητής καλείται να συνδυάσει τις αναπαραστασιακές/πραξιακές έννοιες (enactive) με τις εικονικές και τις συμβολικές και μέσω του γνωστικού μηχανισμού της αντίληψης και εστίασης να νοηματοδοτήσει εκ νέου τον κόσμο. Ο μαθητής καθίσταται ικανός να κατανοήσει τα αναγκαία και επαρκή γνωρίσματα των εννοιών, τις πιθανολογικές αναπαραστάσεις τους, την αναγωγή σε άτυπες θεωρίες και την ενεργοποίηση των λεγόμενων πυρηνικών θεωριών. Η χρησιμότητα και η αναγκαιότητα του σώματος για την αναπαράσταση νοημάτων και την επικοινωνία επιβεβαιώνεται και από την έμφαση που δίνεται στο σώμα ως μέσο μάθησης και σε άλλους επιστημονικούς κλάδους και γνωστικά αντικείμενα, όπως στο χοροθέατρο, στην κινησιολογία, στον αθλητισμό, ακόμα και στα Μαθηματικά και στη Φυσική. Σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα κοινός παρονομαστής κατά την εφαρμογή της ενσώματης μάθησης είναι η συνεργασία των μαθητών, η κινητοποίησή τους και η διαδικασία επίτευξης της γνωστικής τους ανάπτυξης. Η Ενσώματη Μάθηση συνδέεται άμεσα με τα κονστрукτιβιστικά μοντέλα και με τις σύγχρονες, εκπαιδευτικές θεωρήσεις για το ρόλο του εκπαιδευτικού, του μαθητή και της μάθησης στην εκπαιδευτική πράξη.

Στην Ενσώματη Μάθηση η νεαποκτηθείσα γνώση επηρεάζεται από το πού χρησιμοποιείται και από το είδος των δραστηριοτήτων που ο μαθητής καλείται να συμμετάσχει. Η ανάπτυξη, επομένως, μιας δραστηριότητας πρέπει να λαμβάνει υπόψη τους εξής παράγοντες:

- α) νοητική εμπλοκή με το αντικείμενο, γνωστικές διεργασίες, αναπαράσταση επιστημονικής έννοιας
- β) κινήσεις του σώματος
- γ) έκφραση συναισθημάτων του μαθητή

- δ) ευκρίνεια και η σαφήνεια στις οδηγίες και στους στόχους της διαδικασίας
- ε) ολιστικός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων
- στ) συνεργασία των μαθητών
- ζ) ικανότητα των μαθητών να εφαρμόζουν την κατακτημένη γνώση τους σε νέα περιβάλλοντα

Καθίσταται, λοιπόν, φανερό, ότι η Ενσώματη Μάθηση συνάδει με τις νέες παιδαγωγικές πρακτικές, καθώς προάγει στη μαθησιακή διαδικασία όχι το τι μαθαίνει ο μαθητής, αλλά πώς μαθαίνει ο μαθητής, αξιοποιώντας ολόπλευρα όλη την προσωπικότητά του. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές στην καλλιτεχνική έκφραση των αποτελεσμάτων τους με την δημιουργία θεατρικών παραστάσεων και όλων όσων την πλαισιώνουν, όπως τη δημιουργική γραφή του σεναρίου, την πρωτότυπη σύνθεση μουσικής, την κατασκευή κοστούμιών ή σκηνικών, την σκηνοθεσία, ακόμα και την παραγωγή όλης της θεατρικής παράστασης. Οι μαθητές δημιουργούν τα δικά τους καλλιτεχνικά μοντέλα με απλά υλικά της καθημερινής ζωής, ζωγραφίζουν τους δικούς τους πίνακες ζωγραφικής και επικοινωνούν τα αποτελέσματά τους στην ομάδα.

Η μάθηση μέσω της επίλυσης προβλημάτων ανοικτού τύπου είναι μια πολύ καλή προσέγγιση για τη διδασκαλία. Τα προβλήματα αυτά δεν έχουν μια λύση υπάρχει δηλαδή η καλύτερη λύση και όχι η μοναδική σωστή λύση. Οι μαθητές πρέπει να βρουν τον τρόπο με τον οποίο θα εργαστούν στα προβλήματα και επειδή αναφέρονται στην καθημερινή ζωή τους προκαλούν το άμεσο ενδιαφέρον. Ο ρόλος του δασκάλου είναι συμβουλευτικός. Αυτός θέτει τα ανάλογα ερωτήματα ώστε η επίλυση του προβλήματος να προκύπτει ως ένα φυσικό μέρος της διδασκαλίας.

Οι προσομοιώσεις/ μοντελοποιήσεις σε ηλεκτρονικό Υπολογιστή στηρίζονται στην έννοια του μοντέλου. Η έννοια του μοντέλου είναι μια έννοια που αποτελεί το αντικείμενο πολλών διαφορετικών ερευνών. Ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να ερμηνεύσει τον κόσμο που τον περιβάλλει, να προβλέψει την αρχή και την εξέλιξη των γεγονότων και των φαινομένων, τη λειτουργία συστημάτων, δημιουργεί νοητικές αναπαραστάσεις ή νοητικά μοντέλα. Μια κριτική θεώρηση των κειμένων και ερευνών καθιστά πιθανό να συγκεντρώσουμε ένα σύνολο ιδιοτήτων, λειτουργιών και τυπολογιών που αφορούν το μοντέλο. Βασισμένοι στην έννοια του μοντέλου οι ερευνητές τα τελευταία χρόνια σχεδίασαν πληθώρα τεχνολογικών περιβαλλόντων προσομοίωσης/ μοντελοποίησης (Dimitrachopoulou & Komis, 2005)

Η Επιχειρηματολογία στις Φυσικές Επιστήμες αποσκοπεί Στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών η επιχειρηματολογία και η ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και πειθούς στον μαθητή εντάσσονται στη διαλεκτική επιχειρηματολογία. Το διακύβευμα των σύγχρονων παιδαγωγικών και διδακτικών θεωριών μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες έγκειται στην ικανότητα του μαθητή να συνδέει τη σχολική γνώση με την καθημερινή του ζωή, συζητώντας για σύγχρονα θέματα, ενδυναμώνοντας το γνωστικό του πεδίο και ενδυναμώνοντας τον εαυτό του σε καταστάσεις επίλυσης προβλήματος.

Κατά τον Erduran et al. (2004) η ανάπτυξη επιχειρηματολογίας αποτελεί σημαντικό εργαλείο στην οικοδόμηση της επιστημονικής σκέψης, αποτελεί δε αναπόσπαστο στοιχείο της επιστημονικής συζήτησης. Θεμελιώδες χαρακτηριστικό των θεωριών είναι η επιστημονική τεκμηρίωση μέσω της κατασκευής εξηγήσεων και η δόμησης της επιστημονικής σκέψης με στόχο την παραγωγή επιστημονικού νοήματος. Η επιχειρηματολογία εξειδικεύει τη σκέψη του μαθητή και συμβάλλει στην κατασκευή της γνώσης (Erduran et al. 2004, Eurydice Network, 2011). Μέσω της διαδικασίας συγκρότησης επιχειρημάτων ο μαθητής αρχίζει να αλληλεπιδρά ανάμεσα στις προσωπικές του θεωρήσει και τις κοινωνικές επιταγές (Jimenez- Aleixandre & Erduran, 2007). Αυτή η

κοινωνιοπολιτισμική προοπτική (sociocultural perspective) μέσω της διαπραγμάτευσης με επιστημονικά θέματα όχι μόνο επισημαίνει τη σπουδαιότητα της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη μάθηση, αλλά βοηθά το μαθητή να καλλιεργήσει τον επιστημονικό του γραμματισμό. Η έννοια του επιστημονικού γραμματισμού (functional scientific literacy στο Sandoval, 2003) αναφέρεται στις προσωπικές αποφάσεις (decision making theories) που καλείται να λάβει ο μαθητής σχετικά με το περιεχόμενο της επιστημονικής γνώσης. Σχετίζεται, επιπρόσθετα, άμεσα με την καλλιέργεια ενδιαφέροντος για κοινωνικο- επιστημονικά θέματα (socioscientific issues, SSI στο Karisan & Zeidler, 2017).

Καθίσταται, επομένως, πρόδηλο ότι οι σύγχρονες παιδαγωγικές και διδακτικές θεωρήσεις δεν υπηρετούν πια μια αποπλαισιωμένη γνώση, αλλά επιζητούν το ενδιαφέρον και την άποψη του μαθητή για κοινωνικο- επιστημονικά θέματα, συνδέοντας έτσι τη γνωστική του ανάπτυξη και με την επιστημονική του επάρκεια. Ο επιστημονικός γραμματισμός (Scientific literacy) διαφέρει από το γραμματισμό για την επιστήμη (Science literacy στο Jimenez & Erduran, 2007, Jimenez et al., 2000), καθώς ο τελευταίος αναφέρεται στο ακαδημαϊκό περιεχόμενο με επιστημονικές αρχές. Η διαδικασία της επιχειρηματολογίας, όμως, βοηθά το μαθητή να συνδυάσει τη συγκρότηση προσωπικής σκέψης για επιστημονικά και κοινωνικά θέματα και παράλληλα να χρησιμοποιήσει επιστημονικές αρχές, όπως την τεκμηρίωση και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο επιστημονικός γραμματισμός δεν είναι αυθαίρετος, αλλά συγκροτείται από συγκεκριμένα στοιχεία και κριτήρια (Smyrniotou et al. 2017) που παραπέμπουν στα στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας, ώστε να επιτευχθεί η μάθηση. Κατά τους Jimenez & Erduran (2007) αυτές οι δεξιότητες αποτελούν τη βάση για την πολιτισμική κοινωνικοποίηση του μαθητή (enculturation), υπό την έννοια ότι μέσω της επιχειρηματολογίας οι μαθητές μαθαίνουν τα στοιχεία του πολιτισμικού παρόντος και τις αρχές, τις δεξιότητες και τις απαιτούμενες συμπεριφορές που είναι απαραίτητες στο πολιτισμικό περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσονται.

Με βάση αυτές τις διδακτικές προσεγγίσεις, η οργάνωση της γνώσης σε ένα πρόγραμμα STEAM επιτυγχάνεται μέσω των γνωστικών πλαισίων (frames), αλλά και των ποιοτικών τρόπων με τους οποίους χρησιμοποιούνται τα διαφορετικά γνωστικά σχήματα του ατόμου για να οδηγηθούν στις υπερσυνδέσεις της σφαιρικότητας της γνώσης (Jannen, 1981). Τα γνωστικά πλαίσια αντιπροσωπεύουν τη νόηση του ατόμου, το γνωστικό περιεχόμενο των εννοιών, εμπειριών, κτλ. Αυτό το cognitive apparatus διακρίνεται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- α) το γνωστικό περιεχόμενο (cognitive context)
- β) το συναισθηματικό περιεχόμενο (emotional context)
- γ) το κοινωνικοπολιτισμικό περιεχόμενο (socio- cultural context)

2.4 Φάσεις Δραστηριότητας

Οι φάσεις που αναφέρονται είναι ενδεικτικές. Η σειρά και ο αριθμός τους μπορούν να αλλάζουν. Στο σύνολό τους όμως προτείνεται να εκφράζουν τη φιλοσοφία της μάθησης με πρόκληση (challenge- based learning), την ανακαλυπτική μάθηση (Smyrniotou et al. 2016) την πλαισιακή διδασκαλία και μάθηση (contextual teaching and learning), τη μάθηση μέσω του αναπαραστασιακού συστήματος της Ενσώματης Μάθησης και την Τέχνη. Συγκεκριμένα:

- **1η φάση:** Παρουσίαση της κεντρικής ιδέας, του ουσιαστικού ερωτήματος και της πρόκλησης από τον εκπαιδευτικό και ενσωμάτωσή της σε ένα υπαρκτό πρόβλημα ερώτημα. να σημειωθεί, στο σημείο αυτό, ότι η παρουσίαση της πρόκλησης πρέπει να γίνεται με εντυπωσιακό τρόπο, χρησιμοποιώντας μικροπειράματα, ντοκιμαντέρ, ταινίες (εκπαιδευτικές, εμπορικές), επιστημονικά

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

άρθρα, που παρουσιάζουν σύγχρονες ανακαλύψεις ή οποιοδήποτε άλλο υλικό, με το οποίο ο διδάσκων θεωρεί ότι θα προκαλέσει υπερβολικά τους μαθητές του (θεατρική παράσταση, κόμικς, επίσκεψη σε τεχνολογικό – επιστημονικό μουσείο, επίσκεψη σε κάποιο χώρο εργασίας).

- **2η φάση:** Διατύπωση δευτερευόντων ερωτήσεων από τον/τους διδάσκοντα/ες (είθισται η συνεργασία μεταξύ περισσότερων διδασκόντων). Ακολουθεί η επέκταση των προβληματισμών με επιπλέον υλικό. Το υλικό αυτό μπορεί να σχετίζεται με την διαθεματική παρουσίαση των Φυσικών Επιστημών με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως την ιστορική τους πορεία και την σύνδεση τους με τις αρχαίες επιστημονικές προσεγγίσεις ή ακόμα και τη σύνδεσή τους με σύγχρονες εξελίξεις (π.χ η ανακάλυψη του σωματιδίου του Θεού στο CERN).
- **3η φάση:** Εργασία σε ομάδες (4-5 άτομα ανά ομάδα). Ανάλυση ρόλων στην ομάδα (αναζητητής πληροφοριών στο διαδίκτυο ή σε εγκυκλοπαιδείες, χρήστης ΤΠΕ, μαθηματικός τύπος, οργανωτής /εκτελεστής πειραμάτων, κ.λπ.). Μπορεί βέβαια ο κάθε μαθητής να έχει περισσότερους από έναν ρόλους. Σε αυτό το στάδιο της ανακαλυπτικής μάθησης, οι μαθητές προβληματίζονται με το δοθέν υλικό, συγκεντρώνουν οι ίδιοι υλικό και συνδιαλέγονται.
- **4η φάση:** Σχεδιασμός (planning) από τους μαθητές της επίλυσης του προβλήματος με τη διαμεσολάβηση του διδάσκοντος. Είναι σημαντικό οι μαθητές να συζητούν /επιχειρηματολογούν και να σχεδιάζουν τα βήματά τους, πριν τα υλοποιήσουν, χρησιμοποιώντας την επιστημονική διαδικασία.
- **5η φάση:** Ο κάθε μαθητής (ή ζεύγη μαθητών) είναι υπεύθυνος για το υλικό που θα παραδώσει, ανάλογα με το ρόλο που έχει επιλέξει και τις δραστηριότητες που του έχουν ανατεθεί. Συζητούν όλοι μαζί στην ομάδα τις δυσκολίες τους, τα ερωτήματά τους, το υλικό που βρήκαν. Καταγράφουν τις συζητήσεις, τα επιχειρήματα, τις συμφωνίες και τις διαφωνίες τους.
- **6η φάση:** Επισκέψεις μαθητών σε ερευνητικά κέντρα ή καλλιτεχνικές εκθέσεις, διαζώσης ή εικονικά- συζήτηση με επιστήμονες, ερευνητές και καλλιτέχνες. Επέκταση για την υλοποίηση δραστηριοτήτων μετά την εκπαιδευτική επίσκεψη. Η ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής επίσκεψης ανατροφοδοτείται και παίρνει κατάλληλες προεκτάσεις, ώστε οι μαθητές αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις εμπειρίες και τις πληροφορίες που αποκόμισαν, αναλαμβάνουν να διεκπεραιώσουν ανοιχτά δημιουργικές δραστηριότητες σχετικά με τις θεματικές ενότητες.
- **7η φάση:** Συγκεντρώνουν, παρουσιάζουν το υλικό που βρήκαν μαζί με τη σχετική περιγραφή, καθώς και τις προσωπικές τους σημειώσεις, σχεδιαγράμματα, εικόνες που τράβηξαν, υλικό που κατασκεύασαν ή ό,τι άλλο θεωρούν σημαντικό. Εδώ ο ρόλος της Τέχνης αναδεικνύεται πληρέστερα, καθώς οι μαθητές καλούνται να δημιουργήσουν δικά τους καλλιτεχνικά δημιουργήματα, να οπτικοποιήσουν μια επιστημονική έννοια, να οργανώσουν μια θεατρική παράσταση, να συνθέσουν μουσική.
- **8η φάση:** Συμπεράσματα, διατύπωση προτάσεων /προοπτικών, σύνταξη τελικής αναφοράς και παρουσίαση αυτής στην τάξη.
- **9η φάση:** Επικοινωνία των αποτελεσμάτων, παρουσίαση των δημιουργημάτων στο ευρύ κοινό.

Σύμφωνα με τη γενικότερη φιλοσοφία του ΠΣ για τις Φυσικές Επιστήμες, το Νέο Σχολείο οφείλει να προετοιμάσει τα παιδιά, έτσι ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν την κοινωνία ως «υπεύθυνοι, δημοκρατικοί, ενεργοί, σκεπτόμενοι και δημιουργικοί πολίτες». Έτσι μαθητές και εκπαιδευτικοί θα πρέπει να μάθουν να αυτενεργούν και να είναι σε θέση να επεξεργάζονται με ορθό και δημιουργικό τρόπο τις κάθε είδους πληροφορίες. Επίσης, δίνεται έμφαση στον κοινωνικό ρόλο του εκπαιδευτικού, ο οποίος θα πρέπει να ασχοληθεί ουσιαστικά με ζητήματα, όπως η διαμόρφωση θετικού κλίματος στην τάξη, αλλά και η δυναμική της ομάδας, στοιχεία που συνάδουν με τα βασικά θέματα και τις ιδέες για δραστηριότητες.

Οι διδακτικές-μαθησιακές δραστηριότητες θα πρέπει να αντιστοιχούν στους στόχους του μαθήματος και να τους προωθούν. Όσον αφορά την απόκτηση επιστημονικών γνώσεων, η έμφαση πρέπει να δίνεται στη διδασκαλία και κατανόηση κεντρικών-ενοποιητικών εννοιών και ιδεών οι οποίες συνέχουν τις γνώσεις της Φυσικής, και βοηθούν κατά συνέπεια τη συσχέτιση, οργάνωση και νοηματοδότηση των γνώσεων κατά τη διδασκαλία και τη μάθησή τους. Όσον αφορά την κατανόηση της φύσης της επιστήμης, θα πρέπει να επιδιώκεται η εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που να αντανακλούν τις πρακτικές της σύγχρονης επιστημονικής έρευνας, αλλά επίσης και η ρητή διδασκαλία βασικών ιδεών για τη φύση της επιστήμης και η εμπλοκή των μαθητών σε συζητήσεις και εργασίες για τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα της εποχής.

Οι δραστηριότητες των μαθητών θα πρέπει να αξιοποιούν και να ικανοποιούν την έμφυτη περιέργεια και την τάση του παιδιού για διερεύνηση και κατανόηση του φυσικού περιβάλλοντος, να έχουν ποικιλία, να αντιστοιχούν στις ικανότητες αλλά και να ικανοποιούν τις γνωστικές απαιτήσεις και τα ενδιαφέροντά των μαθητών, και να συνδέονται με σύγχρονα επιστημονικά και κοινωνικά ζητήματα.

Σημαντική επιδίωξη των μαθητικών δραστηριοτήτων αποτελεί η εφαρμογή των γνώσεων στην επίλυση προβλημάτων, και η εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και την αξιοποίησή τους ως μέσου μελέτης και απόκτησης νέων γνώσεων. Για τη στήριξη των διδακτικών μεθόδων και των μαθησιακών περιβαλλόντων (πχ. διερευνητική μάθηση, ομαδική εργασία) που προωθούν συγκεκριμένους στόχους του Προγράμματος Σπουδών, είναι απαραίτητη, μεταξύ άλλων, και η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία.

Ο εκπαιδευτικός συντονίζει και κατευθύνει τις δραστηριότητες των μαθητών, καθοδηγεί, ενθαρρύνει και βοηθά τους μαθητές στη διεκπεραίωση των εργασιών τους, επιδιώκοντας την ανίχνευση και βελτίωση των ιδεών και παρανοήσεων των μαθητών σε σχέση με τις επιστημονικές απόψεις, και την ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας.

2.5 Αξιολόγηση των μαθητών

Το μοντέλο της διαμορφωτικής αξιολόγησης (Bell & Cowie, 2001) αναδεικνύει την ανάγκη για ενημέρωση της μάθησης και της διδασκαλίας από τη/μέσω της διαδικασίας αξιολόγησης προκειμένου οι μαθητές να εμπλέκονται σε νοηματοδοτούμενες μαθησιακές διαδικασίες και να έχουν στη διάθεσή τους έγκυρους και διαφανείς δείκτες αξιολόγησης της γνωστικής τους πορείας σε σχέση και με τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει.

Παράλληλα, η αξιολόγηση αποτελεί βασικό οδηγό για τους εκπαιδευτικούς, γιατί μπορούν να αναστοχάζονται επί της διαδικασίας, να επαναπροσδιορίζουν τις δράσεις τους, να επικαιροποιούν τις αποφάσεις τους και να ελέγχουν τα αποτελέσματα των καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων.

Υπό αυτή την έννοια, είναι ενδιαφέρον η αξιολόγηση να ακολουθεί δυαδικό σύστημα, πώς οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί αξιολογούν τις δράσεις ως προς τις γνώσεις, τις δεξιότητες, τις στάσεις, τις νέες εφαρμόσιμες θεωρίες κτλ. και πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται αυτή τους την εξέλιξη.

Είναι, επίσης, σημαντικό η αξιολόγηση να γίνεται τόσο με ποσοτικά εργαλεία όσο και με ποιοτικές προσεγγίσεις, καθώς οι άξονες των καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων είναι πολλοί και αξιολογούνται με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα, το ενδιαφέρον των μαθητών ενδέχεται να αποτυπώνεται και να σταθμίζεται ποσοτικά, αλλά τα καλλιτεχνικά τους δημιουργήματα ή οι συνυποδηλούμενες εννοιολογήσεις μεταξύ του αναλογούντος και του αναλογούμενου (της επιστημονικής έννοιας) να μην μπορούν να αποτυπωθούν ποσοτικά.

Η αξιολόγηση των μαθητών στοχεύει στην ανατροφοδότηση και κατ' επέκταση στη βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, και στη διαπίστωση της προόδου των μαθητών όσον αφορά την απόκτηση των γνώσεων και δεξιοτήτων/ικανοτήτων που προσδιορίζονται στους στόχους του μαθήματος. Η ουσιαστική αξιολόγηση της προόδου/ανάπτυξης των μαθητών πετυχαίνεται με τη συνδυασμένη εφαρμογή ποικίλων μορφών και τεχνικών αξιολόγησης. Πρέπει να επιδιώκεται η «διαγνωστική αξιολόγηση», η ανίχνευση δηλαδή του γνωστικού επιπέδου και των αρχικών ιδεών/αντιλήψεων των μαθητών για τα θέματα STEAM, η «διαμορφωτική αξιολόγηση», η παρακολούθηση, καθοδήγηση και στήριξη δηλαδή της μαθησιακής πορείας του μαθητή κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, καθώς και η «ανακεφαλαιωτική αξιολόγηση» σε σχέση με τους επιδιωκόμενους τελικούς στόχους μιας διδακτικής σειράς.

Χάρη στην εγγενή της ιδιότητα να «ανταποκρίνεται» (Bell & Cowie, 2001), η διαμορφωτική αξιολόγηση αποκτά μια δυναμική διάσταση, βάσει της συστημικής προσέγγισης που ακολουθεί (Systems Approach), η οποία της προσδίδει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά: να είναι συνεχής, να αναπτύσσεται παράλληλα με τη διαδικασία μάθησης, καθώς και πριν και μετά τα διάφορα στάδια της μαθησιακής διαδικασίας, να είναι ευέλικτη, ευπροσάρμοστη και εξελικτική, να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της μαθησιακής διαδικασίας, και να ανταποκρίνεται τόσο σε διαδικασίες αυτο-αξιολόγησης όσο και αυτο-διόρθωσης ('Tracing Assessment for learning Capability in Teachers' (TACT) project. (Cowie et al., 2014; OtreI, 2018; Smyrniou et al., 2014).

Για το σκοπό αυτό οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να χρησιμοποιούν ποικίλα μέσα και στοιχεία αξιολόγησης, όπως είναι οι ερωτήσεις, οι διάλογοι, ασκήσεις και προβλήματα/δραστηριότητες, εργασίες, γραπτές εξετάσεις-τεστ, ώστε να διακρίνονται όλα τα επίπεδα γνωστικής ανάπτυξης και οι ικανότητες που επιδιώκουμε να αποκτήσει ο μαθητής - ανάμεσά τους η γνώση, η κατανόηση, η ανάλυση-σύνθεση, η επίλυση προβλημάτων, η κριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων-προτάσεων, οι δεξιότητες σχεδιασμού και πειραματισμού, και η δημιουργικότητα. Με την εφαρμογή της διαφοροποιημένης αξιολόγησης αναδεικνύονται και αξιολογούνται οι διαφορετικές κλίσεις/ικανότητες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, ενισχύεται η αυτοπεποίθηση και η συμμετοχή τους, και διευκολύνεται η στοχευμένη στήριξή τους.

Η συζήτηση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησής τους με τους μαθητές, και η συμμετοχή των μαθητών σε διαδικασίες αυτοαξιολόγησης και αξιολόγησης ομαδικών εργασιών των συμμαθητών τους ενισχύει την υπευθυνότητα, την αυτογνωσία και τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών. Το περιεχόμενο των ερωτήσεων, των δραστηριοτήτων και των προβλημάτων για την αξιολόγηση του μαθητή θα πρέπει να είναι κλιμακούμενης δυσκολίας, και να έχει εύρος θεμάτων, ώστε να ανιχνεύεται η επίτευξη όλων των επιμέρους στόχων του μαθήματος. Οι αξιολογικές διαδικασίες θα πρέπει να στοχεύουν όχι μόνο στον έλεγχο του μαθησιακού αποτελέσματος, αλλά και στην ενίσχυση της μαθησιακής διαδικασίας καθαυτής. Ειδικά για τον άξονα της γνωστικής ανάπτυξης, ο οποίος μελετάται μακροπρόθεσμα, και για την καλλιέργεια των δεξιοτήτων, η αξιολόγηση έχει νόημα όταν αφορά όχι μόνο τα παραγόμενα αποτελέσματα αλλά και την ίδια την πορεία της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Μάλιστα, η δημιουργική πορεία που ακολουθείται με όλα της τα στάδια είναι δύσκολο να αποτυπωθεί, αν αναλογιστεί κανείς τις διαφορετικές συνιστώσες που λαμβάνουν χώρα κατά την πορεία της. Παρόλα αυτά, ένα συνδυασμός μεθοδολογικών, εννοιολογικών εργαλείων μπορεί να βοηθήσει στην αποτύπωση όλης της διαδικασίας και να φωτίσει πτυχές της εκπαιδευτικής πράξης που επηρεάζουν τα τελικά παραγόμενα.

Παράλληλα, η καινοτομία της Θεματικής STEAM έγκειται στο ότι τα παραγόμενα καλλιτεχνικά δημιουργήματα αποτελούν από μόνα τους στοιχεία της αυτοαξιολόγησης του προγράμματος και των ίδιων των μαθητών, καθώς αποτυπώνουν την γνωστική τους αλλαγή. Η μετάβαση από το

**Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)**

σημειωτικό σύστημα της λεκτικής αναπαράστασης στην καλλιτεχνική αποτύπωση μιας επιστημονικής έννοιας αποτελεί ένα δύσκολο εγχείρημα, αφού ο μαθητής καλείται να μεταβεί από ένα σύστημα γνωστικού κώδικα σε ένα άλλο, με διαφορετικές μεθοδολογικές αρχές για την απόδοση της ίδιας έννοιας.

Για όλους αυτούς τους λόγους, στο παρόν Αναλυτικό Πρόγραμμα προτείνεται ένα τριπλό μεθοδολογικό εργαλείο αξιολόγησης (βλ. επισυναπτόμενο αρχείο), το οποίο συγκεντρώνει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Το πρώτο εργαλείο είναι το σταθμισμένο τεστ Science Motivation Questionnaire II (SMQ II) (Bogner and Schumm, 2016), το οποίο περιλαμβάνει είκοσι πέντε ερωτήσεις που μελετούν το κίνητρο και την πρόκληση ενδιαφέροντος στους μαθητές. Οι μαθητές απαντούν με μια αξιολογική κλίμακα (0=καθόλου, 4= πάντα) σε πέντε βασικούς άξονες: το εσωτερικό κίνητρο, την αποφασιστικότητα, την αποδοτικότητα αναφορικά με τις προσωπικές τους ικανότητες, το ενδιαφέρον για επαγγέλματα και το κίνητρο για μια καλή βαθμολογία και μελετάται ποσοτικά η πρόκληση και η αύξηση του ενδιαφέροντος. Το ερωτηματολόγιο μπορεί να δοθεί από τους εκπαιδευτικούς στους μαθητές και στην αρχή και στο τέλος των δραστηριοτήτων, ώστε να μελετηθεί pre/ post το ενδιαφέρον τους.
2. Το δεύτερο εργαλείο ποιοτικής ανάλυσης σχεδιάστηκε από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Smyrniou et Georgakopoulou, 2019) το οποίο ειδικεύεται στη δημιουργία μεθοδολογικών εργαλείων ποιοτικής ανάλυσης. Επικεντρώνεται στις γνώσεις, στις στάσεις, στις δεξιότητες που αποκτούν οι μαθητές, στα σημειωτικά συστήματα και στην ενσώματη μάθηση που εφαρμόζουν, στην τέχνη και στις πτυχές τέχνης που αξιοποιούν, στο ρόλο του πολιτισμικού κεφαλαίου στις επιλογές τους, στις αρχές της επιστήμης για όλους, στις ενέργειες διάχυσης και επικοινωνίας των αποτελεσμάτων της δράσης τους κτλ., δηλαδή σε όλους τους βασικούς άξονες πρωτοτυπίας και καινοτομίας του παρόντος προγράμματος. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέγει ενδεικτικά όσες ερωτήσεις επιθυμεί. Οι ερωτήσεις πρέπει να επιλέγονται από όλες τις κατηγορίες, ώστε να καλύπτουν όλες τις έννοιες- κώδικες, αλλά μπορούν να δίνονται με όποια σειρά επιθυμεί ο εκπαιδευτικός. Η συγκριτική μελέτη των ερωτήσεων φωτίζει όλα τα στάδια της διαδικασίας και αποτυπώνει εγκυρότερα τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών.
3. Το τρίτο εργαλείο ποιοτικής ανάλυσης (Smyrniou et Georgakopoulou, 2019) αναδεικνύει το περιβάλλον και τις συνθήκες μάθησης και υποδιαιρείται σε τρεις άξονες: α) το περιβάλλον τυπικής ή άτυπης μάθησης, β) τα αποτελεσματικά μαθησιακά περιβάλλοντα και γ) τη δια ζώσης ή την εξ αποστάσεως διδασκαλία. Με αυτό ο εκπαιδευτικός μπορεί να συγκρίνει αν ο μαθητής αποδίδει περισσότερο όταν συνδυάζονται δραστηριότητες τυπικής με άτυπης εκπαίδευσης, ποιο αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον είναι κατάλληλο για κάθε δραστηριότητα, ή αν ο συνδυασμός τους τελικά ενισχύει τη μάθηση, και τέλος τι αποκομίζει η μαθητική κοινότητα από τη συνεργασία διαφορετικών σχολικών δικτύων, με άλλο πολιτισμικό κεφάλαιο, δυσκολίες κτλ. Έτσι, μπορεί να μελετηθεί καλύτερα εάν οι πολιτισμικές συνιστώσες διαμορφώνουν το γνωστικό φορτίο του μαθητή, κατά πόσο η εξ αποστάσεως εκπαίδευση ενισχύει το κίνητρο μαθητών από απομακρυσμένες περιοχές να ασχοληθούν με επιστημονικά θέματα, εάν εξασφαλίζεται η ισότιμη πρόσβαση στη γνώση κτλ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Οδηγός Δικτύου Πολλαπλών Προσεγγίσεων της Γνώσης μέσω της Θεματικής STEAM για τη Διαμορφωτική Αξιολόγηση (Smyrnaiou et Georgakopoulou, 2019)

Γνωστική Ανάπτυξη	Στάσεις και Δεξιότητες 21 ^{ου} αιώνα	Νέες Παιδαγωγικές Θεωρίες/ Επαναπροσδιορισμός διδακτικών προσεγγίσεων	Τέχνη	Διαθεματικότητα/ Διεπιστημονικότητα	Συνθήκες Μάθησης (Context)	Σύνδεση επιστήμης με κοινωνία και πολιτισμό Επιστήμη με και για την κοινωνία/ Επιστήμη για όλους
επιστημονικές έννοιες σύγχρονων κλάδων	Συναισθηματική εμπλοκή	Σημειωτική παιδαγωγική/ αναπαραστασιακά συστήματα	Αναπαράσταση λεκτική (μέσω της διερευνητικής μάθησης και των βιοματικών εργαστηρίων)	Διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα	Τυπική και Άτυπη εκπαίδευση	Προκλήσεις ανθρωπότητας
Εννοιολογικά δίκτυα	Πολυεπίπεδες δεξιότητες	Διερευνητική μάθηση	Αναπαράσταση ψηφιακή (μέσω της χρήσης Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών και λογισμικών)	Συνέργεια επιστημονικών κλάδων	Κοινότητες μάθησης- πρακτικής / μαθησιακά περιβάλλοντα Προσομοιώσεις Περιβάλλοντα Τέχνης Διάλογος / επιχειρηματολογία Πειραματισμός (Εργαστήρια επιστήμης και εφαρμογές e Science Επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα (εικονικά / φυσικά) Επικοινωνία των επιστημονικών ιδεών στο κοινό	Ενεργός πολίτης
Γνωστικά πεδία και γνωστική ανάπτυξη	Λήψη αποφάσεων	Δημιουργικότητα	Αναπαράσταση καλλιτεχνική (μέσω της δημιουργίας καλλιτεχνικών τεχνασμάτων) και μέσω του επιστημονικού θεάτρου (ενσώματη αναπαράσταση)		Δια ζώσης/ Εξ αποστάσεως	Μεταβαλλόμενος κόσμος

ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ 21+: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
(Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)

	Ερευνητική σκέψη	Ενσώματη μάθηση			Πανεπιστημιακά και ερευνητικά κέντρα	Επιστήμη για όλους
	Επίλυση προβλήματος	Επιχειρηματολογία			Η επίσκεψη μαθητών σε μουσεία (όπως το Μουσείο Τεχνολογίας) και εκθέσεις Ζωγραφικής	Υπεύθυνη έρευνα και καινοτομία
	Ενδιαφέρον/ κίνητρο				Η συνεργασία με τοπικούς φορείς και άλλους επιστήμονες και ειδικούς για τη δημιουργία καλλιτεχνικών προϊόντων την συγκρότηση θεατρικών παραστάσεων (επιστημονικό θέατρο).	Χώροι εργασίας, συνέργεια μεταξύ επαγγελματιών
	Ψηφιακές δεξιότητες					
	Νέες επαγγελματικές δεξιότητες, προσωπικότητα και επαγγελματική ταυτότητα					
	Συνεργασία					
	Κοινωνικές δεξιότητες					
	Δεξιότητες διεπιστημονικής και διαθεματικής χρήσης των νέων εργαλείων					

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

2. Ανακαλύπτοντας το Νετρίνο!

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	Ηλικία Ομάδα	Προτεινόμενο Χρονοδιάγραμμα	Εκπαίδευση	Αποτελεσματικά Μαθησιακά Περιβάλλοντα	Βασικές έννοιες θέματα	Ενδεικτικές Δραστηριότητες
<p>να σχεδιάσει ένα θεωρητικό πλαίσιο για τη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών, προσεγγίζοντας την έννοια του νετρίνο και τις σύγχρονες εξελίξεις.</p>	<p>Το Πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές του Δημοτικού και του Γυμνασίου (Α' - Γ' Γυμνασίου). Το Πρόγραμμα παρουσιάζει ευελιξία ως προς την ηλικιακή ομάδα, καθώς είναι ανοιχτό και μπορεί να δομηθεί ανάλογα με την επιστημονική έννοια/περιοχή που θα επιλεγεί να μελετηθεί, συμβατή με την ηλικία των μαθητών/τριών.</p> <p>Το Πρόγραμμα μπορεί να είναι ετήσιο, εκτεινόμενο σε όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς ή κάποιους μήνες αυτής (Νοέμβριος- Απρίλιος). Οι ώρες θα διατίθενται ανάλογα το στάδιο και τη φάση των δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, περισσότερες</p>		<p>Δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης εντός σχολικής τάξης και εικονικές επισκέψεις στον ανιχνευτή CMS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Προσομοιώσεις (ψηφιακές/ φυσικής παρουσίας) • Δραστηριότητες βασισμένες στην Τέχνη • Επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα (εικονικές/ φυσικής παρουσίας) • Επικοινωνία των επιστημονικών εννοιών στο ευρύ κοινό 	<p>Σωματίδια Υποατομικά σωματίδια Υποατομικό άτομο Μόριο άτομο νετρίνο</p>	<p>Οι μαθητές ασχολούνται με τον χειρισμό πειραματισμών με προσομοιώσεις που βασίζονται σε υπολογιστή. Το «Micutorld Neutrino» (βασισμένο σε λογότυπο) που εφαρμόζεται σε αυτό το σενάριο είναι μια διαδραστική προσομοίωση, προβάλλοντας «εκπομπή ποζιτρονίων» και μια β-αποσύνθεση (βλέπε εικόνα παρακάτω).</p>



ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ 21+: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
 (Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)

	<p> διδακτικές ώρες ενδέχεται να διατεθούν στις επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα/ εργαστήρια/ εκθέσεις κτλ. ή στα πειράματα, τη διεξαγωγή της θεατρικής παράστασης ή της καλλιτεχνικής έκθεσης κτλ. </p>				
<p> να συμβάλει στην επικαιροποίηση της διδασκαλίας της επιστήμης για την προώθηση της κατανόησης των σύγχρονων επιστημονικών εννοιών από όλους (science for all), με την δημιουργία σεναρίων διδασκαλίας STEAM. </p>		<p> Ερευνητικό κέντρο, κέντρα Τέχνης/ Εικαστικών (εικονικές επισκέψεις ή με φυσική παρουσία) </p>			<p> Εκτός από τις δραστηριότητες στην τάξη, οι μαθητές θα συμμετάσχουν στις εικονικές επισκέψεις του ATLAS, κατά τις οποίες θα έχουν την ευκαιρία να επικοινωνούν με επιστήμονες και να εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται οι επαγγελματίες ερευνητές στον τομέα της σωματιδιακής φυσικής. </p>
<p> να ενισχύσει τις επιστημονικές και ακαδημαϊκές συζητήσεις σχετικά με τη συμμετοχή όλων στην επιστημονική εκπαίδευση και κουλτούρα στην Ελλάδα, καθώς εστιάζει σε ένα σημαντικό υπό διερεύνηση πεδίο. </p>		<p> Ο μικρόκοσμος The 'Neutrino Microworld' (logo-based) </p>			<p> Επιπλέον, οι μαθητές μπορούν να συνεργαστούν και να επικοινωνήσουν περαιτέρω τις ιδέες τους με σχολεία από άλλες περιοχές της χώρας ή ακόμα και με την πλατφόρμα Open Discovery Space Platform (ODS - http://www.opendiscoveryspace.eu/el/community/learning-science-through-theater-2-834218), μια ηλεκτρονική πλατφόρμα όπου οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μοιραστούν τις απόψεις τους και τους εκπαιδευτικούς τους πόρους και </p>

ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ 21+: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Δημιουργώ και Καινοτομώ – Δημιουργική Σκέψη και Πρωτοβουλία
 (Χτίσε νέες ιδέες, δώσε νέες λύσεις)

					πηγές.
<p>να συνδυαστεί η επιστήμη με την τέχνη και να μελετηθούν διαφορετικά συστήματα μάθησης</p>		<p>Εργαλείο ανάλυσης HYPATIA (Kourkoumelis et & Vourakis, 2014, event analysis tool written by IASA)</p>			
<p>να δώσει στους μαθητές και στις μαθήτριες την ευκαιρία να αυτενεργήσουν και να καλλιεργήσουν σύγχρονες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα.</p>		<p>Portal: Open Discovery Space portal (http://www.opendiscoveryspace.eu/community/greek-student-parliament-science-834221 - ως συνεργατική περιοχή) εάν συμμετάσχουν περισσότερα σχολεία από όλη τη χώρα σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο.</p>			

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΥΠΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΤΥΠΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

3. Μαθηματικά και Τέχνη: Η Έκθεση Μαθηματικών «Όλα είναι αριθμός!» στη σχολική τάξη

<p>Ηλικία Ομάδα Το Πρόγραμμα απευθύνεται σε μαθητές του Γυμνασίου (Α΄ - Γ΄ Γυμνασίου). Το Πρόγραμμα παρουσιάζει ευελιξία ως προς την ηλικιακή ομάδα, καθώς είναι ανοιχτό και μπορεί να δομηθεί ανάλογα με την επιστημονική έννοια/περιοχή που θα επιλεγεί να μελετηθεί, συμβατή με την ηλικία των μαθητών/τριών.</p> <p>Προτεινόμενο Χρονοδιάγραμμα Το Πρόγραμμα μπορεί να είναι ετήσιο, εκτεινόμενο σε όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς ή κάποιους μήνες αυτής (Νοέμβριος- Απρίλιος). Οι ώρες θα διατίθενται ανάλογα το στάδιο και τη φάση των δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, περισσότερες διδακτικές ώρες ενδέχεται να διατεθούν στις επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα/ εργαστήρια/ εκθέσεις κτλ. ή στα πειράματα, τη διεξαγωγή της θεατρικής παράστασης ή της καλλιτεχνικής έκθεσης κτλ.</p> <p>Προσδοκώμενα Αποτελέσματα Η αξιοποίηση των σχεδιασμένων περιβαλλόντων άτυπης μάθησης, όπως είναι τα μουσεία με τα μαθηματικά εκθέματα στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του μαθήματος της Γεωμετρίας. Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών δράσεων και δραστηριοτήτων και η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού για την ανάδειξη και προσέγγιση των μαθηματικών και γεωμετρικών εννοιών μέσω των πινάκων ζωγραφικής της έκθεσης (Αργύρη, Σωτηρίου, 2018)</p> <p>Εκπαίδευση Σχολική Τάξη Ερευνητικό κέντρο, κέντρα Τέχνης/ Εικαστικών (εικονικές επισκέψεις ή με φυσική παρουσία) Αποτελεσματικά Μαθησιακά Περιβάλλοντα Portal: Open Discovery Space portal (http://www.opendiscoveryspace.eu/community)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δραστηριότητες βασισμένες στην Τέχνη • Διάλογος / επιχειρηματολογία • Επισκέψεις σε ερευνητικά κέντρα (εικονικά / φυσικά) • Επιστημονικά εργαστήρια και εφαρμογές e- Science • Προσομοιώσεις (ψηφιακές/ φυσικής παρουσίας) • Επικοινωνία των επιστημονικών εννοιών στο ευρύ κοινό • Κοινότητες πρακτικής 	<p style="text-align: center;">Ενδεικτικές Δραστηριότητες</p> <p>Οι πίνακες ζωγραφικής της έκθεσης Μαθηματικών "Όλα είναι αριθμός" http://creations2018.ea.gr/exhibition/ του Eugen Jost έχουν <u>χωριστεί σε κατηγορίες (ομάδες) ανάλογα με τις γεωμετρικές γνώσεις του αναλυτικού προγράμματος σπουδών</u>. Οι πίνακες ζωγραφικής της έκθεσης :</p> <p>Έχουν χωριστεί σε κατηγορίες (ομάδες) ανάλογα με τις γεωμετρικές γνώσεις του αναλυτικού προγράμματος σπουδών.</p> <ol style="list-style-type: none"> Οι πίνακες Μαγικά Τετράγωνα Πίνακες που περιέχουν στοιχεία της θεωρίας αριθμών, της πυθαγόρειας φιλοσοφίας, συνδέσεις των μαθηματικών με την πραγματική ζωή Πίνακες που συνδέονται απόλυτα το πρόγραμμα σπουδών της γεωμετρίας Πίνακες με γεωμετρικές έννοιες που έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης στην ιστορία των μαθηματικών , αλλά και έχουν αποτελέσει την βάση για νέες μαθηματικές ανακαλύψεις και συνδέσεις Χρυσή τομή/ Φιμπονάτσι/ Επαναλαμβανόμενα μοτίβα, γεωμετρική προσέγγιση του απείρου <p>Για να επιτευχθεί ο στόχος της προετοιμασίας σε κάποιες κατηγορίες δίνονται δραστηριότητες μικροπειραμάτων και διαδραστικών εφαρμογών του ψηφιακού σχολείου που μπορούν να υλοποιηθούν ως δραστηριότητες πριν την εκπαιδευτική επίσκεψη. Αποτελεί την αφορμή και την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για την διερεύνηση των γεωμετρικών γνώσεων που σηματοδοτεί και την επαφή του με το σημαντικό ρόλο των μαθηματικών.</p>
--	---

<p>Βασικές έννοιες θέματα Ενδεικτικά: Ιδιότητες τετράπλευρων/ Πυθαγόρειο Θεώρημα , Χαρακτηριστικά στοιχεία του κύκλου/ Μηνίσκοι</p>	
<p>Α Φάση: Οι ομάδες των μαθητών συντονίζονται για βιβλιογραφική αναζήτηση πληροφοριών στην βιβλιοθήκη του σχολείου στο διαδίκτυο, σε επιστημονική άρθρα και περιοδικά Ομάδα Α : Ασχολήθηκε με την σχέση των μαθηματικών και της Τέχνης στο Μεσαίωνα -Αναγέννηση Ομάδα Β : Ασχολήθηκε με το χρυσό λόγο, το φ και τον κόσμο των φράκταλς Ομάδα Γ : Μοντέρνα τέχνη Οι μαθητές συνέλλεξαν πλήθος εικονογραφημένου υλικού, όπου τέθηκε προς ανάλυση και αιτιολόγηση μέσα από την ανάπτυξη συζητήσεων με διατύπωση επιχειρημάτων, ανταλλαγή απόψεων και κρίσεων. Τέλος , παρουσίασαν το βιβλιογραφικό τους υλικό στην ολομέλεια της τάξης.</p> <p>Β Φάση: Η χρήση των νέων τεχνολογιών για την δημιουργία σύγχρονης ψηφιακής τέχνης κάνει αναγκαία την εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των εκπαιδευτικών λογισμικών για την παρουσίαση, κατασκευή και εξέταση καλλιτεχνικών κατασκευών, όπου επιβεβαιώνουν την έντονη επίδραση των μαθηματικών στην τέχνη. Οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αναλάβουν πρωτοβουλίες και ενεργό ρόλο για να αποκαλύψουν και αυτοί με την σειρά τους την αλληλεπίδραση των μαθηματικών και της τέχνης. Με την χρήση των νέων τεχνολογιών και τα μαθηματικά εκπαιδευτικά λογισμικά (Sketchpad, geogebra) και την απαραίτητη βιβλιογραφία και καθοδήγηση δημιούργησαν γεωμετρικές κατασκευές με συγκεκριμένες γεωμετρικές ιδιότητες : Λόγοι ομοιότητας στα σχήματα, μετασχηματισμοί & συμμετρίες, γεωμετρικά μοτίβα, ψηφιδωτά &πλακοστρώσεις.</p> <p>Γ Φάση: Οι μαθητές εκμεταλλεύονται τις καλλιτεχνικές τους δεξιότητες σε συνδυασμό με τις γεωμετρικές τους γνώσεις και δημιουργούν πρωτότυπες γεωμετρικές κατασκευές.</p>	
<p>Φύλλο δραστηριοτήτων περιέχει διερευνητικές ερωτήσεις και δραστηριότητες πάνω σε κάθε πίνακα. Οι μαθητές μέσα από την διερεύνηση και την ανακάλυψη αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο με στόχο την σύνδεση των μαθηματικών με πραγματικές καταστάσεις που απορρέουν από τους πίνακες ζωγραφικής.</p>	
<p>Επέκταση για την υλοποίηση δραστηριοτήτων μετά την εκπαιδευτική επίσκεψη. Η ολοκλήρωση της εκπαιδευτικής επίσκεψης ανατροφοδοτείται και παίρνει κατάλληλες προεκτάσεις, ώστε οι μαθητές αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις εμπειρίες και τις πληροφορίες που αποκόμισαν, αναλαμβάνουν να διεκπεραιώσουν ανοιχτά μαθηματικά προβλήματα και δημιουργικές δραστηριότητες σχετικά με τα θεματικές ενότητες του κάθε πίνακα.</p>	
<p>Από το φάσμα των δραστηριοτήτων για την εκπαιδευτική επίσκεψη, ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει αν θα πραγματοποιηθούν όλες, ανάλογα με τον χρόνο που διατίθεται για την εκπαιδευτική επίσκεψη και γνωστικό των μαθητών της κάθε τάξης. Ο εκπαιδευτικός είναι ο κύριος συντονιστής της διαδικασίας και ταυτόχρονα ο συνεργάτης, ο σύμβουλος, που αναλαμβάνει καθοδηγητικό ρόλο για την παροχή διευκρινήσεων ή οδηγιών στους μαθητές κατά την διάρκεια υλοποίησης των δραστηριοτήτων στο χώρο της έκθεσης.</p>	
<p>Οι δραστηριότητες των φύλλων δραστηριοτήτων είναι προσαρμοσμένες στην διδακτέα ύλη των Μαθηματικών Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου που σημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός έχει την δυνατότητα να επιλέξει ποια ή ποιες θα πραγματοποιηθούν και σε ποια τάξη καθώς αναφέρεται η αντιστοιχία με την διδακτική μαθηματική ενότητα της κάθε τάξης. Επιπλέον, να διευκρινιστεί ότι υπάρχει ευελιξία διαχείρισης του χρόνου υλοποίησης. Αυτό σημαίνει θα μπορούσε ίσως για παράδειγμα να αποτελέσει και αντικείμενο μελέτης μίας σχολικής χρονιάς.</p>	
<p>Με βάση το τελευταίο στάδιο η σχέση Έκθεσης Μαθηματικών και σχολείου μετατρέπεται σε αμφίδρομη. Η εξόρμηση προς το χώρο της έκθεσης ξεκινά από την μαθηματική σχολική γνώση και ανοίγει δρόμους καλλιέργειας της προσωπικότητας των μαθητών. Όμως η έκθεση επιστρέφει και πάλι στο σχολείο, καθώς οι μαθητές ως αυριανοί πολίτες της σύγχρονης κοινωνίας, οφείλουν να</p>	

καταθέσουν και να παρουσιάσουν τα επιτεύγματα της μαθηματικής σκέψης μέσα από τις αναπαραστάσεις των πινάκων της έκθεσης.

Ως οδηγός για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας των μαθητών, λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες ερωτήσεις.

Γράψτε ένα πρόβλημα ή μια κατάσταση που σχετίζεται με την επιλεγμένη ζωγραφική της έκθεσης τέχνης. Ποιος είναι ο (οι) στόχος (-οι) του προβλήματος ή της κατάστασης;

Αναφέρετε τις μαθηματικές έννοιες ή τις σχέσεις ή τα αξιώματα ή τις θεωρίες που μπορούν να κρυφτούν πίσω από αυτόν τον πίνακα. Γράψτε τα ονόματα και τις λεπτομέρειες.

Μπορείς να βρεις τυπογραφικά / επαναλαμβανόμενα μοτίβα; Μπορείτε να λύσετε το πρόβλημα που δημιουργήσατε; Μπορείς να σπάσεις το πρόβλημα ή την κατάσταση σε υπο-προβλήματα ή απλούστερες καταστάσεις;

Ποιες έννοιες ή σχέσεις χρησιμοποιούσατε όταν αποδείξατε; Ποια αξιώματα ή θεωρήματα χρησιμοποιήσατε κατά την απόδειξη;

Γράψτε τα σχήματα που θα σας βοηθήσουν στη διαδικασία (εάν υπάρχει);

Παρατηρήστε προσεκτικά τον παραπάνω πίνακα και σκεφτείτε ότι θα τον χρησιμοποιήσετε ως εργαλείο για την διδασκαλία των μαθηματικών. Μπορείτε να κατασκευάσετε ένα πρόβλημα ή μια κατάσταση που να σχετίζεται με τον πίνακα αυτό? Να το αποτυπώσετε λεκτικά και να αναφέρετε και την βαθμίδα της τάξης που προορίζεται.

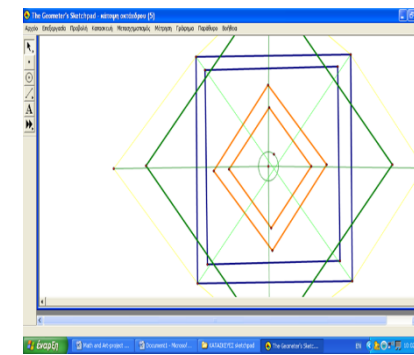
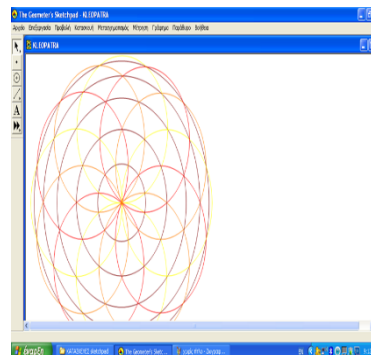
Να αναφέρετε τις μαθηματικές έννοιες ή τις σχέσεις ή τα αξιώματα ή τα θεωρήματα που μπορούν να κρύβονται πίσω από τον πίνακα αυτό. Καταγράψτε τα ονομαστικά και αναλυτικά.

Πώς θα προσεγγίσετε ως expert την λύση του προβλήματος που θέσατε. Να επιλύσετε το πρόβλημα. Πώς θα βοηθούσατε τον μαθητή να λύσει το πρόβλημα όπως εσείς ;

Ποιες (γεωμετρικές ή μαθηματικές) τεχνικές χρησιμοποιήσατε; Μπορούν αυτές οι τεχνικές να βοηθήσουν τον μαθητή στην λύση; Υπάρχουν άλλες τεχνικές που θα τον βοηθήσουν στην λύση ; Ποιες δεξιότητες χρησιμοποιήσατε; Ποιες έννοιες ή σχέσεις χρησιμοποιήσατε κατά την απόδειξη; Ποια αξιώματα ή θεωρήματα χρησιμοποιήσατε κατά την απόδειξη;

Μπορείτε να βρείτε πάτερν/μοτίβα που επαναλαμβάνονται; Μπορείτε να βρείτε άλλη λύση; Μπορείτε να κάνετε την απόδειξη της λύσης του προβλήματος με διαφορετικά σημειωτικά συστήματα.

Δηλαδή: α) λεκτικά β) γεωμετρικά γ) καλλιτεχνικά; Μπορείτε να χωρίσετε το πρόβλημα ή την κατάσταση σε υπο-προβλήματα ή απλούστερες καταστάσεις?



ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Αργύρη, Π., Σωτηρίου, Σ., (2018). «Η έκθεση Μαθηματικών : Όλα είναι αριθμός στη σχολική τάξη της Γεωμετρίας». *Πρακτικά Συνεδρίου του 35ου Συνεδρίου Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας*. ISSN: 1105-7955, σελ.202-211. Αθήνα, 6-8 Δεκεμβρίου 2018: Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία (Ε.Μ.Ε). Πρόσβαση στο άρθρο <http://bit.ly/2mGcuCt>

Αργύρη, Π., Λαλαζήση, Χ., (2014). Διαθεματική Προσέγγιση Μαθηματικών και Τέχνης. *1^ο Συνέδριο «Μαθηματικά στα Πρότυπα Πειραματικά Γυμνάσια- Λύκεια : Δυνατότητες και Προοπτικές»*, σελ. 127-144, Αθήνα, ISSN:2241-9355, 11-12 Απριλίου 2014: Διοικούσα Επιτροπή των Πρότυπων Πειραματικών Σχολείων (Δ.Ε.Π.Π.Σ). Το πρόγραμμα του συνεδρίου [εδώ](#). [Περίληψη εισήγησης σελ.11](#)

Αργύρη, Π., Λαλαζήση, Χ., (2014). «Η διδακτική μεθοδολογία μίας ερευνητικής εργασίας ως παράγοντας διαμόρφωσης στάσεων και βελτίωσης της επίδοσης των μαθητών για το μάθημα της Γεωμετρίας». *Πρακτικά 5^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένωσης Ερευνητών Διδακτικής των Μαθηματικών (Ε.Ν.Ε.Δ.Ι.Μ)* , σελ. 1-11, ISSN: 1792-8494, Φλώρινα, 14-16 Μαρτίου 2014: Ε.Ν.Δ.Ι.Μ. <http://enedim2014.web.uowm.gr/> . Πρόσβαση στην δημοσιευμένη εργασία [εδώ](#).

Αργύρη, Π., (2014). Φωτογραφίζοντας την γεωμετρία στη ζωή μας. *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου "Νέος Παιδαγωγός"*, σελ. 1594-1601, ISBN: 978-960-99435-5-0, Αθήνα, 3&4 Μαΐου 2014: Νέος Παιδαγωγός. Τα πρακτικά του συνεδρίου [εδώ](#)

Κασσέτας, Α. Ι. Σ., & Σμυρναίου, Ζ., Σιτσανλής, Η. (2014). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Γυμνασίου για το «Νέο Σχολείο». Υπουργείο Παιδείας & Θρησκευμάτων. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (<http://repository.edulll.gr/edulll/handle/10795/1987>).

Λαλαζήση, Χ., Αργύρη, Π. (2013). «Η ανάπτυξη της συνεργασίας μαθητών στα πλαίσια ερευνητικής εργασίας». *1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ένωσης Σχολικών Συμβούλων (ΠΕΣΣ) με τίτλο: Φωτίζοντας τη διδασκαλία: "Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις" σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Περιφερειακή Ενότητα Κορινθίας, υπο την αιγίδα του Υ.ΠΑΙ.Θ , Π.ΕΤ Πελοποννήσου*. Κόρινθος 23&24 Νοεμβρίου, 2013. [Πρόγραμμα 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΠΕΣΣ \(σελ.8\)](#)

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, κωδικός στον Εύδοξο 68407051

Σμυρναίου Ζ., Κόμης Β. & Δημητρακοπούλου Α. (2008). «Συμβολή στη Μελέτη των συλλογισμών των μαθητών ΣΤ' Δημοτικού Σχολείου με χρήση βίντεο, πειραματικής διαδικασίας και εκπαιδευτικού λογισμικού. Η περίπτωση των βάσεων και οξέων», *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, Κλειδάριθμος, τ. 1, σελ. 9-33.

Σμυρναίου Ζ. (2006). «Η χρήση αντικειμένων και εκπαιδευτικού λογισμικού στις φυσικές επιστήμες. Η περίπτωση του κεκλιμένου επιπέδου», *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, ΕΔΙΦΕ, τ. 19, σελ. 45-55.

Alexopoulos, I., Sotiriou, S., Smyrniou, Z., Sotiriou, M., Bogner, F. (2016). *CREATIONS: Developing an Engaging Science Classroom*. HiSTEM.

Argyri P., Smyrniou Z. (2019). International Conference: ‘Conditions for Deeper Learning in Science’ http://www.eden-online.org/eden_conference/athens/ <http://deeperlearning.ea.gr/> 29-30 Ιουνίου 2019, Αθήνα. Art objects as research tools for cognitive approaches in geometrical thinking. Πρόσβαση στον τόμο των Πρακτικών: Proceedings http://deeperlearning.ea.gr/wp-content/uploads/2019/09/Proceedings_Deep_Learning2019.pdf p.91 -101.

Argyri, P., Smyrniou, Z. (2019). The role of education in the employability of young in terms of skills development. European Triple Helix Congress on Responsible Innovation & Entrepreneurship (EHTAC2019) on 30th September – 1st October 2019 in Thessaloniki, Greece, (accepted).

Argyri, P., (2014). Photographing the geometry in our life. Proceedings of the Panhellenic Conference "New Educator", pp. 1594-1601, ISBN: 978-960-99435-5-0, Athens, 3-4 May 2014: New Pedagogue.

Bardige, K., & Russel, M. (2014). Collections: A STEM-Focused Curriculum, Implementation Guide. *Heritage Museums & Gardens Inc.*

Bell, B., & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science education*, 85(5), 536-553.

Chappell, K., Hetherington, L., Slade, C., Ruck Keene, H., Sotiriou, M. and Smyrniou, Z. (2016). A framework for identifying creative best practices in inquiry-based science education. ‘CREATIONS’ (2015-2018), H2020-SEAC-2014-1 CSA, 665917

Dimitracopoulou, A., & Komis, V. (2005). Design principles for the support of modelling and collaboration in a technology-based learning environment. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 15(1-2), 30-55.

Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science education*, 88(6), 915-933.

Flick, U. (2002). Qualitative research-state of the art. *Social science information*, 41(1), 5-24.

Hung, I-Chun, Hsu, Hsiu-Hao, Chen, Nian-Shing, Kinshuk. (2015). Communicating through body: a situated embodiment-based strategy with flag semaphore for procedural knowledge construction. *Educational Technology Research and Development*, 63, (5), pp 749-769.

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In *Argumentation in science education* (pp. 3-27). Springer, Dordrecht.

Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2017). Contextualization of nature of science within the socioscientific issues framework: A review of research. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 5(2), 139-152.

Kotsari K., Smyrniou, Z. (2017). Inquiry based Learning and Meaning Generation through modelling on geometrical optics in a constructionist environment. *European Journal of Science and Mathematics Education Vol. 5, No. 1, 14-27*.

Kotsari, K., Smyrniou, Z. & Sotiriou, M. (2016). *Stimulating Intrinsic Motivation for Science learning by using digital tools during scientific multi – maker event*. HiSTEM.

Kotsari, K., Smyrniou, Z. (2016). *Fostering connections among Improvisational Art and Science Education. The implementation of “Meaning Generating Trajectory”*. International Conference « Inspiring Science Education », Athens 22-24 April, pp. 103-109.

Kourkoumelis, C. and Vourakis, S. (2014). HYPATIA-An online tool for ATLAS event visualization. *Physics Education*, 49,(1), pp 21-32 [Retrieved May 2016, available online at <http://iopscience.iop.org/0031-9120/49/1/21/>]

Leclercq, D. (2006). L'évolution des QCM. *Recherches sur l'évaluation en éducation*.

Lemke, J.L. (2009). Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images, and Actions. [Retrieved May 2016, available online at <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>]

Maximiliane F. Schumm & Franz X. Bogner (2016) Measuring adolescent science motivation, *International Journal of Science Education*, 38:3, 434-449, DOI: 10.1080/09500693.2016.1147659

Minder, M. (2007). Didactique fonctionnelle. *Editions Dessain, Liège*.

Moore, E. B., Mäeots, M., & Smyrniou, Z. (2016). Scaffolding for Inquiry Learning in Computer-Based Learning Environments. In *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 87-95). Springer International Publishing.

Otrell-Cass, K., Agerbo, J. N., Skipper-Jørgensen, A., & Elmoose, S. (2018). Tracing Assessment for Learning Capability in Teachers (TACT): A Danish Perspective. In *Fostering Reflective Teaching Practice in Pre-Service Education* (pp. 46-58). IGI global.

Papaevripidou, M., Constantinou, C. P., & Zacharia, Z. C. (2007). Modeling complex marine ecosystems: An investigation of two teaching approaches with fifth graders. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 145-157.

Riopel, M. et Smyrniou, Z. (2016). *New Developments in Science and Technology Education*. New York: Springer. 220 p.

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).

Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 559-572). Routledge.

Petropoulou, E., Smyrniou, Z. (2016). *Negotiating fundamental particles and neutrinos through CLIL: having an interactive simulating environment as a common ground*. XVIII CONGRESS AMSE-AMCE-WAER «Teaching and Training Today for Tomorrow», Eskisehir, Turkey, 30 May - 2 June.

Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The journal of the learning sciences*, 12(1), 5-51

Schumm, M. F., & Bogner, F. X. (2016). Measuring adolescent science motivation. *International Journal of Science Education*, 38(3), 434-449.

Smyrnaioi Z, Georgakopoulou E., Sotiriou S. (2020). Promoting Scientific Creativity through Digital Story Telling. *International Journal of STEM Education*, Springer (accepted).

Smyrnaioi, Z. et Georgakopoulou E. (2019). Methodological Design of Qualitative Analysis Tools in Educational Studies. (submitted).

Smyrnaioi, 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).

Smyrnaioi 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>

Smyrnaioi, 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.

Smyrnaioi Z., Sotiriou M., Georgakopoulou E., Papadopoulou O. (2016). *Connecting Embodied Learning in educational practice to the realisation of science educational scenarios through performing arts*, International Conference « Inspiring Science Education », Athens 22-24 April, pp. 37-45.

Smyrnaioi, Z., Petropoulou, E., Margoudi, M., & Kostikas, I. (2016). Analysis of an Inquiry-Based Design Process for the Construction of Computer-Based Educational Tools: The Paradigm of a Secondary Development Tool Negotiating Scientific Concepts. In *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 73-86). Springer International Publishing.

Smyrnaioi, Z., Sotiriou, M., Petropoulou, E. (2016). Effective learning environments for inquiry learning and teaching. ‘CREATIONS’ (2015-2018), H2020-SEAC-2014-1 CSA, 665917

Smyrnaioi, Z., Moustaki, F., & Kynigos, C. (2016). Inquiry and Meaning Generation in Science While Learning to Learn Together: How Can Digital Media Provide Support?. In *New Developments in Science and Technology Education* (pp. 109-123). Springer International Publishing.

Smyrnaioi, Z., Petropoulou, E., Sotiriou, M. (2015). ‘Applying Argumentation Approach in STEM Education: A Case Study of the European Student Parliaments Project in Greece.’ *American Journal of Educational Research*, 3(12), 1618-1628, available online at <http://pubs.sciepub.com/education/3/12/20/>

Smyrnaioi, Z., Petropoulou, L. & Sotiriou M. (2015). *Implementation of the Inquiry-based and Argumentation approach in Science education: The paradigm of the ‘European Student Parliaments’ project in Athens*, International Conference « Inquiry based learning and Creativity in Science Education », CreatIt, 9-10 October, Athens, Greece.

Smyrnaioi, Z., Petropoulou, E. & I. Psarri (2015). Teachers' development regarding cognitive schemas and creativity through the design of digital learning tools. *International Journal of Education and Information Technology*, Vol. 1, No. 5, 2015, pp. 155-164, available online at <http://www.aiscience.org/journal/paperInfo/ijeit?paperId=2292>.

Smyrnaioi, Z. & Evripidou, R. (2012). Learning to Learn Science Together with the Metafora tools. In Roser Pintó, Víctor López, Cristina Simarro, Proceedings of *10th International Conference on Computer Based Learning in Science in Science (CBLIS)*, Learning science in the society of computers, 26th to 29th June 2012, Barcelona, Catalonia/Spain, 132-139, 2012.

Smyrnaioi, Z., Moustaki, F., Yiannoutsou, N., & Kynigos, C. (2012). Interweaving meaning generation in science with learning to learn together processes using Web 2.0 tools. *Themes in Science & Technology Education*, 5(1/2), 27-42 [Retrieved May 2016, available online at <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/105>].

Smyrnaioi Z., Moustaki F., Kynigos C. (2012). "Students' Constructionist Game Modelling Activities as Part of Inquiry Learning Processes" *Electronic Journal of e-Learning*, Volume 10 Issue 2, 2012, (pp235 - 248), available online at www.ejel.org

Smyrnaioi, Z. (2006). « Les idées des philosophes physiciens anciens Grecs », *Mesogeios*, n° 28, juin, pp 5-12.

Smyrnaioi, Z. & Weil-Barais, A. (2005). Évaluation cognitive d'un logiciel de modélisation auprès d'élèves de collège, *Didaskalia*, n° 27, Décembre, pp. 133-149.

Smyrnaioi, Z. & Weil-Barais, A. (2004). L'utilisation des logiciels éducatifs dans l'enseignement de la physique, *Cahiers pédagogiques à la rubrique Faits & Idées*, n° 426, pp 65-66.

Smyrnaioi, Z. & Weil-Barais, A. (2004). Intégration d'un logiciel dans l'enseignement de la physique, Βρίσκεται με τη μορφή υπερκειμένου στην ιστοσελίδα <http://www.cahierspedagogiques.fr>

Smyrnaioi, Z. & Weil-Barais, A. (2004). Intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des sciences physiques, *EpiNet*, n°65, mai 2004. Βρίσκεται με τη μορφή υπερκειμένου στην ιστοσελίδα: <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0405c.htm>

Sutherland, A. The role of theatre and embodied knowledge in addressing race in South African higher education. *Studies in Higher Education*, Vol. 38, 2013, pp. 728–740.

Zacharia, Z. (2003) Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (8), 792-823.

Valente, A., Tudisca, V., Pennacchiotti, C., Smyrnaioi, Z. Kotsari, K. Monsonís-Payá, I., Garcés, J., Branchini, B., Ricci, F. and The DESCI Consortium (2018). Actors and Practices in Living Lab for Alternating Training. In "Responsible Research and Innovation Actions in Science Education, Gender and Ethics - Cases and Experiences", SpringerBriefs in Research and Innovation Governance, pp. 27-33.

Vergnaud, G., The theory of conceptual fields. *Human development*, 52(2), 83-94, 2009.

& Vergnaud, J. R. Kaye, J., Lowenstamm, J., (1987). The internal structure of phonological elements: a theory of charm and government. *Phonology*, 2(1), 305-328.

Τεχνικές Αναφορές

Chappell, K., Hetherington, L., Ruck Keene, H., Slade, C., & Cukurova, M. (2015). D2. 1 The features of inquiry learning: Theory, research and practice. *Bayreuth: Creations Project, University of Bayreuth*.

Smyrniou, Z., Sotiriou, M., Grigoriou, V., Petropoulou, E. (2016). CREATIONS Demonstrators. ‘CREATIONS’ (2015-2018), H2020-SEAC-2014-1 CSA, 665917

Smyrniou, Z. (2016). Self-evaluation tool. PLAY4GUIDANCE (2014-2017), Erasmus +, 2014-1-IT02-KA200-004150

Smyrniou Z., Petropoulou E., Zini, V. (2016). P4G Self- evaluation tool and Evaluation for Guidance. PLAY4GUIDANCE (2014-2017), Erasmus +, 2014-1-IT02-KA200-004150

Smyrniou, Z., & Petropoulou, E. (2016). Play4Guidance Pedagogical Framework. PLAY4GUIDANCE (2014-2017), Erasmus +, 2014-1-IT02-KA200-004150

Smyrniou, Z., Petropoulou, E., Kotsari, K., Spinou, E. (2016). Comparative analysis of European alternating training systems. ‘DESCI (Erasmus +, 2015-1-IT02-KA201-015417

Smyrniou, Z. et al. (2004). “ROSE” Relevance of Science Education (2003-2004), Education Research Centre of Greece. Report on organizing the ROSE survey www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/reports/ (co-ord: V. Koulaidis, University of Peloponnese).

Jan Pawlowski et al. (2015). Initial assessment: the Greatest Common Denominator Skills Matrix. PLAY4GUIDANCE (2014-2017), Erasmus +, 2014-1-IT02-KA200-004150

Presentations

Αργύρη, Π. (2018) <https://www.slideshare.net/PanagiotaArgiri/ss-86750379>
http://bit.do/academia_edu_Math_Art

Zacharoula Smyrniou, Menelaos Sotiriou, Valia Grigoriou, Petros Stergiopoulos, presentation of *Learning Science Through Theater Initiative in the framework of CREATIONS Project*, during the Athens Science Festival 2016, 9 April 2016.

Zacharoula Smyrniou, Menelaos Sotiriou, presentation of CREATIONS project in the 5th International Congress e-Life2016, Limni Plastira, Karditsa, Greece, 23-26 June 2016 (<http://elifecongress.org/>)

Menelaos Sotiriou, presentation of *Introduction to the Learning Science Through Theatre Initiative in the Framework of CREATIONS Project*, in the International Conference Open Schools for Open Societies 2016, 4-6 November 2016, Athens, Greece (<http://openschool2016.ea.gr>)

Zacharoula Smyrniou, presentation of *Pedagogical Approach of the Initiative Learning Science Through Theater and the CREATIONS Pedagogical Framework*, in the International Conference Open Schools for Open Societies 2016, 4-6 November 2016, Athens, Greece (<http://openschool2016.ea.gr>)

Menelaos Sotiriou, presentation of the CREATIONS Project, in The Physics that Charms, Organised by the Hellenic Physical Society, 16-18 December 2016.

Πρόσθετες πληροφορίες

Στο νέο think tank του Πανεπιστημίου Αθηνών, “In(telligent) Deep Analysis” με θέμα “Η ΕΝΣΩΜΑΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΘΕΑΤΡΟ - Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ ΚΑΙ ΓΝΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ STEAM” (<http://indeepanalysis.gr/paideia/h-enswmath-mathhsh-kai-to-episthmoniko-theatro>), Δεκέμβριος 2016.

Στο ηλεκτρονικό περιοδικό Science Views με θέμα Combining Argumentation and Inquiry- Oriented Learning to the project —European Student ParliamentsI, Νοέμβριος 2016.

Ψηφιακή κοινότητα στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου Creation, για την σύνδεση των εκπαιδευτικών επισκέψεων στα μουσεία με την διδασκαλία των θετικών επιστημών. Περιλαμβάνεται παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού και τα αποτελέσματα των εργασιών των μαθητών/τριών.

Έκθεση Μαθηματικών "Όλα είναι αριθμός"

<https://portal.opendiscoveryspace.eu/en/community/ekthesi-mathimatikon-ola-einai-arithmos-851239>

<https://www.rri-tools.eu/>

Διοργάνωση Θερινών Σχολείων/Ημερίδων/Εκδηλώσεων

Workshop «Παιχνίδι επιχειρηματικότητας P4G», Η Φυσική Μαγεύει, ΕΕΦ, 16-18 2016 Δεκεμβρίου, Αθήνα.

Workshop «Μαθαίνοντας Επιστήμη μέσω θεάτρου», Διεθνές Συνέδριο «Open School for Open Societies», 4-6 Νοεμβρίου 2016, Αθήνα.

Open Campus για την ανάπτυξη και αξιολόγηση δεξιοτήτων δημιουργικότητας και καινοτομίας, 1ο Πειραματικό Γυμνάσιο Αθηνών, Σάββατο 3 Δεκεμβρίου 2016

«Η τάξη των Φυσικών Επιστημών του Σχολείου του Αύριο»: Θερινό Σχολείο για μαθητές Λυκείου, Μεσσήνη Μεσσηνίας, 28 Ιουλίου-2 Αυγούστου 2016 (<http://messini.ea.gr/>)

“Developing an engaging classroom”, CREATIONS Summer School, 2/7-7/7/2016, Attica, Greece (<http://creations.ea.gr/en/content/organizers>)

“Εκπαιδευτικό Παιχνίδι Επιχειρηματικότητας”. Ημερίδα, Αμφιθέατρο 437 (4ος όροφος) στη Φιλοσοφική Σχολή στην Πανεπιστημιούπολη, 12 Δεκεμβρίου 2015

«Μαθαίνοντας Επιστήμη μέσα από το Θέατρο» (Απρίλιος 2016), Αθήνα, Θεσ/κη. (<http://www.lstt.eu/>)

«Μαθαίνοντας Επιστήμη μέσα από το Θέατρο» (Απρίλιος 2015), Αθήνα. (<http://www.lstt.eu/>)

Εθνικό Μαθητικό Κοινοβούλιο της Επιστήμης (Απρίλιος 2016), Αθήνα.
(<http://studentparliament.weebly.com/>)

Εθνικό Μαθητικό Κοινοβούλιο της Επιστήμης (Απρίλιος 2014), Αθήνα.
(<http://studentparliament.weebly.com/>)