

STEM (STEAM) στην Εκπαίδευση

Εβδομάδα 6^η



Τι είναι STEM?

- Ο όρος “STEM” [Science, Technology, Engineering and Mathematics] είναι το ακρωνύμιο για τα πεδία που αναφέρονται στις **Φυσικές Επιστήμες**, την **Τεχνολογία**, την **Επιστήμη των Μηχανικών** και τα **Μαθηματικά**. Χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να αναφερθούμε στην σχετική στην εκπαιδευτική πολιτική /διαδικασία
- Ο όρος “STEM” πρωτοεμφανίσθηκε το 2001 από τη βιολόγο Judith A. Ramaley, η οποία ως Διευθύντρια του Ιδρύματος Φυσικών Επιστημών των ΗΠΑ, ήταν υπεύθυνη για την **ανάπτυξη νέων προγραμμάτων σπουδών**.

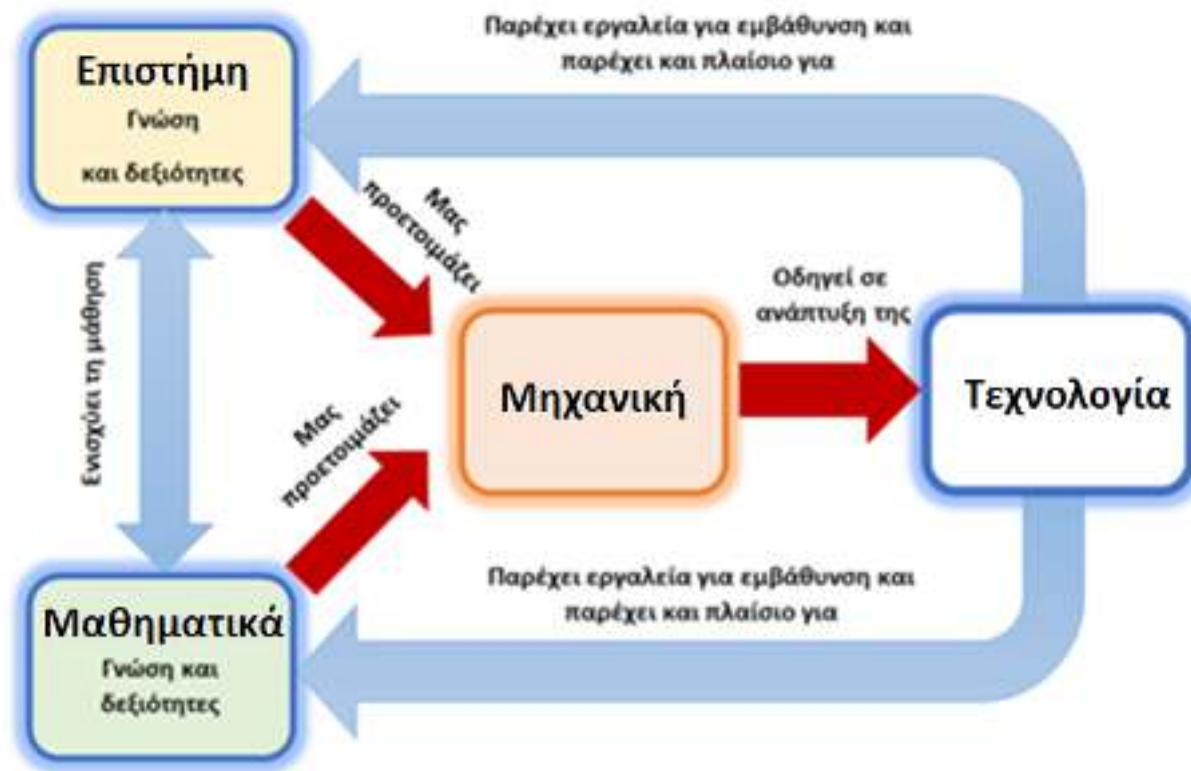


Τι είναι STEAM

- STEAM Η διαφορά είναι ότι περιλαμβάνονται οι **τέχνες**, που ποικίλουν από τις εικαστικές τέχνες, τις γλωσσικές τέχνες και τις φυσικές τέχνες μέχρι τη μουσική και άλλα.
- Το STEAM εστιάζει στην εξάπλωση της **φαντασίας** και της **δημιουργικότητας** μέσω των τεχνών με τρόπους που φυσικά ευθυγραμμίζονται με τη μάθηση STEM.
- Συνδυάζονται οι «πρακτικές» της τέχνης, της επιστήμης και της μηχανικής
- Σύμφωνα με την Zhanonova (2017) υπάρχει μια αντιστοιχία ανάμεσα στα στοιχεία της Τέχνης και αντίστοιχες πρακτικές στις Επιστήμες και την Μηχανική
 - (Από: Κ. Καλοβρέκτης Απ. Ξενάκης Σ. Ψυχάρης Γ. Σταμούλης. Τίτλος Συγγράμματος: Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT.. Έκδοση: 1η/2020. ISBN: 978-960-418-828-4. ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε.
 - Zhanonova, K. S. (2017). How the arts standards support STEM concepts: A journey from STEM to STEAM. Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions, 2(2), 1-14.



Το STEM στην Εκπαίδευση των Επιστημών



(Εικόνα από σημειώσεις του **Σ. Ψυχάρη**) Watson, AD,& Watson, GH (2013) Bonus Article: transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education. J Qual Particir 36(3) (από Κ. Καλοβρέκτης Απ. Ξενάκης Σ. Ψυχάρης Γ. Σταμούλης. Τίτλος Συγγράμματος: Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και ΙοΤ.. Έκδοση: 1η/2020. ISBN: 978-960-418-828-4. ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε

Δεξιότητες της τεχνολογίας, της μηχανικής και της επιστήμης

Οι «ικανότητες STEM»

- Αναφέρονται σε **γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις** που είναι αναγκαίες για την επιχειρηματικότητα και περιλαμβάνουν την **δημιουργικότητα**, την **καινοτομία**, την **κριτική σκέψη**, την **επίλυση προβλήματος**, την **επικοινωνία** και την **συνεργατικότητα** (Thibaut,2018).
- ★ Απαντούν σε ερωτήματα σχετικά με την «πολυπλοκότητα» των προβλημάτων που αντιμετωπίζουμε μέσω της εισαγωγής του «κύκλου σχεδιασμού της Μηχανικής» και της ένταξης σε δραστηριότητες του αναλυτικού προγράμματος των **πρακτικών** που χρησιμοποιούν οι Επιστήμονες και οι Μηχανικοί.



Το STEM στην Εκπαίδευση

- Σε όλη την Ευρώπη οι χώρες που θέλουν να αναπτύξουν τη βιομηχανία τους προσπαθούν να εντάξουν το STEM στην εκπαίδευση (πρωτοβάθμια – δευτεροβάθμια και στα παιδαγωγικά της τριτοβάθμιας). Προς αυτή την κατεύθυνση έχει αρχίσει (από το 2009) μια προσπάθεια το Ευρωπαϊκό Σχολικό Δίκτυο, με έδρα τις Βρυξέλλες, ώστε κάποια σχολεία να αναπτύξουν πιλοτικά νέες δραστηριότητες μάθησης και τεχνολογίες στην τάξη, διερευνώντας τη χρήση νέων παιδαγωγικών εργαλείων για τη διδασκαλία STEM.
- Στο Ελληνικό Εκπαιδευτικό Σύστημα εισάγεται με τα Εργαστήρια Δεξιοτήτων το 2021.

Το STEM στην Εκπαίδευση

- Με το STEM επιχειρείται ο μετασχηματισμός από το επίπεδο της παραδοσιακής δασκαλοκεντρικής διδασκαλίας στη διδασκαλία όπου κυρίαρχο ρόλο στο αναλυτικό πρόγραμμα θα διαδραματίζει:
 - Η επίλυση προβλήματος,
 - Η ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση,
 - Η δημιουργική εμπλοκή των εκπαιδευόμενων στην ανακάλυψη της λύσης.
- Το STEM παρέχει ευκαιρίες για την **ανάπτυξη δεξιοτήτων** ενθαρρύνοντας τα παιδιά να απαντούν σε ερωτήματα και να εμπλέκονται σε παιγνιώδεις δραστηριότητες με θέματα την επιστήμη, τα μαθηματικά, τη μηχανική και την τεχνολογία.



Το STEM στην Εκπαίδευση

- Σύμφωνα με την αναφορά (NGSS, 2013), για την Σχολική Εκπαίδευση χρειάζεται να λάβουμε υπόψη μας όχι μόνο τις «**έννοιες υποβάθρου**» των Επιστημών και της Μηχανικής, αλλά και τις «**πρακτικές**» των Επιστημόνων και των Μηχανικών ώστε αυτές να αποτελέσουν ένα πλαίσιο για την υλοποίηση των παραπάνω δεξιοτήτων.
- Συνεκτικό στοιχείο μεταξύ αυτών είναι οι «**εγκάρσιες διεπιστημονικές έννοιες**»



Οι Διαστάσεις για την Σχολική Εκπαίδευση σύμφωνα με το NGSS (2013)

Πρακτικές των Επιστημόνων και των Μηχανικών	Δεξιότητες και γνώση επιμέρους γνωστικών περιοχών. Η Διερευνητική/Ανακαλυπτική μέθοδος ως Επιστημονική διαδικασία-Παραγωγή μοντέλων-Δεξιότητες διαμοιρασμού ψηφιακών τεχνουργημάτων -Δεξιότητες κατασκευής και σχεδιασμού τεχνουργημάτων.
Οι εγκάρσιες/ διεπιστημονικές έννοιες (Crosscutting Concepts)	Οι εγκάρσιες έννοιες (Crosscutting Concepts) Οι έννοιες αυτές έχουν εφαρμογή σε πολλές γνωστικές περιοχές και λειτουργούν ως σύνδεσμοι- ανάμεσα στις έννοιες επιμέρους γνωστικών περιοχών. Υλοποίηση του κύκλου σχεδιασμού της Μηχανικής μέσω των εγκάρσιων εννοιών.
Σημαντικές ιδέες- έννοιες υποβάθρου μιας γνωστικής περιοχής	Οι ιδέες αυτές κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις γνωστικές περιοχές: α) τις Φυσικές Επιστήμες β) τις Επιστήμες Υγείας (π.χ. Βιολογία), γ) τις επιστήμες της Γης και του Διαστήματος. δ) την Μηχανική, την Τεχνολογία και τις εφαρμογές της Επιστήμης.



**Πρακτικές των
Επιστημόνων και των
Μηχανικών**

Οι 8 πρακτικές στις
Επιστήμες και την
Μηχανική
σύμφωνα με την
αναφορά National
Research Council
(2012)

Πρακτική 1	Οι εκπαιδευόμενοι θέτουν ερωτήματα (για τις Επιστήμες) και ορίζουν προβλήματα (για την Μηχανική)-Σύνδεση με την καθημερινή ζωή μέσω φαινομένων που έχουν «βιωματική» εμπειρία.
Πρακτική 2	Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν και χρησιμοποιούν μοντέλα-Δεξιότητες μοντελοποίησης.
Πρακτική 3	Οι εκπαιδευόμενοι σχεδιάζουν και υλοποιούν έρευνες-Δεξιότητες σχεδιασμού και υλοποίησης –«ρομποτικές» δεξιότητες.
Πρακτική 4	Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αναλύουν και ερμηνεύουν δεδομένα-Δεξιότητες αναλυτικής σκέψης και δεξιότητες αιτιολόγησης.
Πρακτική 5	Οι εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν Μαθηματική και Υπολογιστική Σκέψη-Δεξιότητες επιστημονικής και υπολογιστικής σκέψης.
Πρακτική 6	Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν εξηγήσεις (για Επιστήμες) και να σχεδιάζουν λύσεις (για την Μηχανική).
Πρακτική 7	Οι εκπαιδευόμενοι επιχειρηματολογούν αξιοποιώντας δεδομένα που έχουν προκύψει από την Υπολογιστική Επιστήμη ή από εικονικά πειράματα.
Πρακτική 8	Οι εκπαιδευόμενοι συλλέγουν, αξιολογούν και επικοινωνούν την πληροφορία-Δεξιότητες διαμοιρασμού πληροφορίας.



Η Επιστημολογία του STEM (Από Σ. Ψυχάρη)

- Το STEM ως επιστημολογικό περιεχόμενο συνδέεται επίσης με την διδασκαλία των (εγκάρσιων) διεπιστημονικών –μεγάλων εννοιών /ιδεών (crosscutting/big ideas).

(NGSS,2013) NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: for states, by states. The National Academies Press, Washington,DC, ISBN 978-0-309-27227-8

Οι εγκάρσιες διεπιστημονικές έννοιες – μεγάλες ιδέες.

Οι εγκάρσιες/
διεπιστημονικές
έννοιες
(Crosscutting Concepts)

1. Αναγνώριση προτύπων
2. Αίτιο και αποτέλεσμα-Μηχανισμός και επεξήγηση του μηχανισμού
3. Κλίμακα-Αναλογία και Ποσότητα
4. Συστήματα και μοντέλα συστημάτων
5. Ενέργεια και ύλη: Ροές-Κύκλοι και Διατήρηση
6. Δομή και λειτουργία
7. Σταθερότητα και Αλλαγή

- 1) Μοτίβα /pattern: Παρατήρηση μοτίβο είτε σε δομές, είτε σε γεγονότα, είτε σε δεδομένα/αριθμούς ώστε να οδηγηθούν οι εκπαιδευόμενοι σε συλλογή, ταξινόμηση, οργάνωση και κατηγοριοποίηση ώστε να κάνουν υποθέσεις και ερωτήσεις σχετικά με τους παράγοντες που προκαλούν αυτά (σύνδεση με την ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση)
- 2) Αιτία-αποτέλεσμα, μηχανισμός και εξήγηση: Προσδιορισμός της αιτίας που προκαλεί ένα γεγονός και η διερεύνηση των μηχανισμών με τους οποίους προκαλούνται τα γεγονότα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν δεδομένα ώστε να γίνει πρόβλεψη σε «παρόμοια» γεγονότα.
- 3) Κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες: Εμπλοκή των εκπαιδευομένων στην «τάξη μεγέθους» ποσοτήτων.
- 4) Συστήματα και μοντέλα συστημάτων: Για την μελέτη ενός συστήματος θα πρέπει να καθορίσουμε ποιο είναι το σύστημα και τα μέρη του, ποιο είναι το περιβάλλον του και να προσδιορίσουμε-συνήθως μέσω αφαιρετικών διαδικασιών- ποιο είναι το μοντέλο του συστήματος και πως αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε έλεγχο των εννοιών που εμπλέκονται ώστε να καταλήξουμε σε εφαρμογές των Επιστημών και της Μηχανικής
- 5) Ενέργεια και ύλη: Ροές, κύκλοι και διατήρηση: Παρατήρηση της ροής της ενέργειας, της μάζας και αντίστοιχες τοπικές ή ολικές διατηρήσεις ώστε να κατανοήσουμε τις δυνητικές καταστάσεις των συστημάτων και τους περιορισμούς τους.
- 6) Δομή και λειτουργία: Αναφέρεται στον τρόπο δόμησης ενός αντικειμένου ή ζωντανού οργανισμού και στον τρόπο που τα υποσυστήματα προσδιορίζουν τις ιδιότητες του συστήματος.
- 7) Σταθερότητα και αλλαγή: Αφορά τα φυσικά και τεχνητά συστήματα, τον προσδιορισμό των παραμέτρων που μεταβάλλουν ένα σύστημα από σταθερό σε μη σταθερό, τις καταστάσεις μετάβασης, τον προσδιορισμό του ρυθμού αλλαγής ή εξέλιξης κλπ

Το STEM στην εκπαίδευση

- Συνοπτικά ο μαθητής / η μαθήτρια καλείται με την Τεχνολογία την Επιστήμη και τη Μηχανική:
 1. *Να προτείνει λύσεις σε πραγματικά προβλήματα,*
 2. *Να επιλέξει τα κατάλληλα εργαλεία, υλικά και διαδικασίες*
 3. *Να σχεδιάσει, να κατασκευάσει, να δοκιμάσει,*
 4. *Να αξιολογήσει και ΑΝ χρειαστεί να τροποποιήσει, να ερευνήσει συστήματα , υποσυστήματα και συστήματα ασφάλειας και ελέγχου,*
 5. *Να κατασκευάσει πρωτότυπα δουλεύοντας συνεργατικά σε μια ομάδα*



Η Επιστημολογία του STEM (Από Σ. Ψυχάρη)

- Σε όλες σχεδόν τις αναφορές για «ολιστική» εκπαίδευση STEM υπάρχει αναφορά στην ενασχόληση των εκπαιδευόμενων με προβλήματα του πραγματικού κόσμου, ενώ ένα άλλο ζήτημα αφορά τους τρόπους ολοκλήρωσης της Μηχανικής(Μηχανοτεχνίας) και της Τεχνολογίας με τις άλλες Επιστήμες (*Το πώς εμπλέκονται μεταξύ τους οι επιστήμες*).
- Πολύ συχνά στην βιβλιογραφία γίνεται επίσης **αναφορά στις έννοιες διεπιστημονικότητα και δια-επιστημονικότητα** όταν επιχειρείται η οριοθέτηση της «ολοκλήρωσης STEM» ώστε να αναδειχθεί η φύση της «ολοκλήρωσης» των επιμέρους γνωστικών περιοχών του ακρωνυμίου του STEM, αν και σε αυτές τις προσεγγίσεις ακόμα δεν υπάρχει συμφωνία για το πώς υλοποιούνται μέσω διδακτικών στρατηγικών

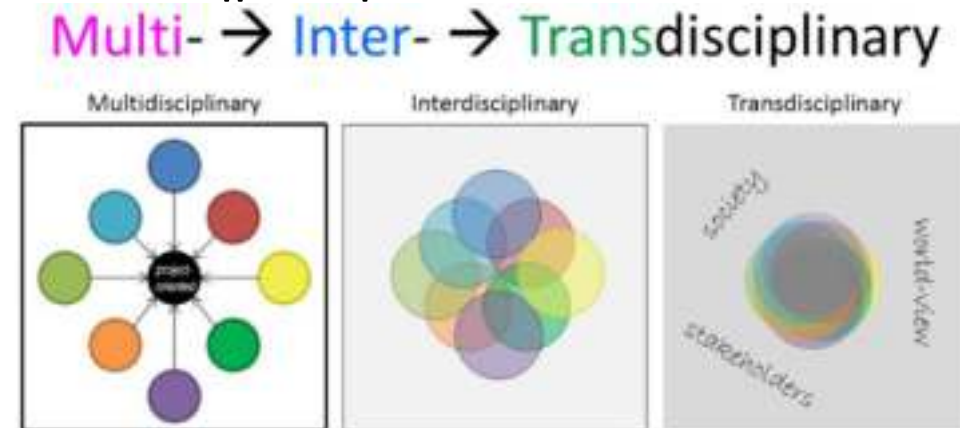


Τι είναι η «ολοκλήρωση STEM» (Από Σ. Ψυχάρη)

Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

- Από την βιβλιογραφία προκύπτει ότι πολλοί ερευνητές δίνουν διαφορετικές ερμηνείες και προσεγγίσεις για τους όρους «εκπαίδευση STEM» και «ολοκλήρωση STEM». Οι ερμηνείες διαφέρουν ως προς τις έννοιες της πολυεπιστημονικότητας, της διεπιστημονικότητας και της διαεπιστημονικότητας, την έννοια της «διάσχισης συνόρων γνωστικών περιοχών» και στο τι εννοούμε με τον έννοια «ολοκλήρωση».

<https://imaqpress.com/2678/differentiation-between-interdisciplinary-and-transdisciplinary-concepts/>





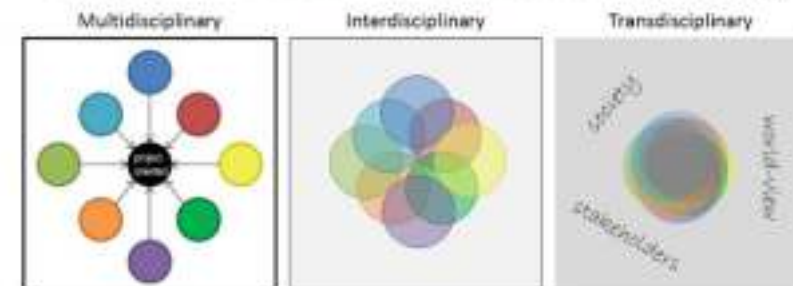
Παράθεση απόψεων για το τι είναι η «ολοκλήρωση STEM»

Πίνακας: τα αυξανόμενα επίπεδα ολοκλήρωσης σύμφωνα με την (Vasquez et al.,2013) (Από σημειώσεις Σ.Ψυχάρη)

Πίνακας: τα αυξανόμενα επίπεδα ολοκλήρωσης σύμφωνα με την(Vasquez et al.,2013)

Τύπος/μορφή ολοκλήρωσης	Χαρακτηριστικά
1. <u>Μονο-επιστημονική</u> (<u>μονοεπιστημονική</u>)	Οι έννοιες και οι δεξιότητες διδάσκονται ξεχωριστά σε κάθε μάθημα
2. <u>Πολυ-επιστημονική</u> (<u>πολυεπιστημονική</u>)	Οι έννοιες και οι δεξιότητες διδάσκονται ξεχωριστά σε κάθε γνωστική περιοχή (σημείωση δική μας: εννοείται εντός ενός κοινού θέματος)
3. Διεπιστημονική	Έννοιες που συνδέονται μεταξύ τους διδάσκονται μέσω δυο ή περισσότερων γνωστικών περιοχών με σκοπό την βαθύτερη κατανόησή τους(σημείωση δική μας: εννοείται ότι οι έννοιες συνδέονται μεταξύ τους)
4. Δια-επιστημονική	Έννοιες και δεξιότητες διδάσκονται μέσω δυο ή περισσότερων γνωστικών περιοχών με σκοπό την επίλυση ενός πραγματικού προβλήματος

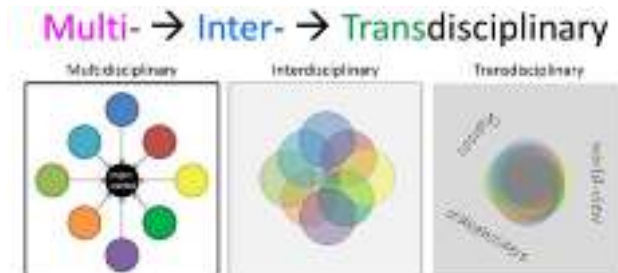
Multi- → Inter- → Transdisciplinary





Ένας πρώτος ορισμός της «ολοκλήρωσης STEM» (Σαράντος Ψυχάρης)

- Θεωρούμε ότι η «ολοκλήρωση STEM» προχωρά μέσω της διάσχισης των γνωστικών περιοχών, με διεπιστημονική ή διαεπιστημονική (επιστημολογικά) προσέγγιση-με «συνοριακά αντικείμενα» τις εγκάρσιες έννοιες αλλά και τα σύνορα των πρακτικών των γνωστικών περιοχών ενώ οι πρακτικές της Υπολογιστής Σκέψης είναι ο αγωγός για την μετάβαση ανάμεσα στις πρακτικές των γνωστικών περιοχών και τις αντίστοιχες διδακτικές στρατηγικές (ανακαλυπτική μάθηση για τις Επιστήμες και το σχεδιασμό της Μηχανικής-πάντα ως συνοριακά αντικείμενα). Η διδακτική στρατηγική θα πρέπει να είναι τέτοια **ώστε να προκαλεί την χρονική εξέλιξη της διεπιστημονικότητας σε δια-επιστημονικότητα**, ώστε να παράγεται και νέα γνώση πέραν αυτών των εννοιών των γνωστικών περιοχών.





Παράδειγμα (από Chat Gpt)

- Δώσε ένα παράδειγμα χρήσης STEM στο μάθημα των οικονομικών στο Λύκειο:

Παράδειγμα STEM Διδασκαλίας στα Οικονομικά στο Λύκειο

Θέμα: "Ανάλυση Δεδομένων και Προβλέψεις στην Οικονομία"

Μαθήματα που συνδυάζονται:

- **Οικονομία** (προσφορά & ζήτηση, πληθωρισμός, ΑΕΠ)
- **Μαθηματικά** (στατιστική, ανάλυση δεδομένων)
- **Πληροφορική** (Excel, Python για ανάλυση δεδομένων)
- **Τεχνολογία** (χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης για πρόβλεψη)



Διδακτική Προσέγγιση (Project-Based Learning - PBL)

 **Στόχος:** Οι μαθητές να αναλύσουν οικονομικά δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις για την εξέλιξη της αγοράς ή του πληθωρισμού.

Δραστηριότητες:

1 Εισαγωγή στα Οικονομικά Δεδομένα

- Ανάλυση βασικών οικονομικών εννοιών (ΑΕΠ, πληθωρισμός, ανεργία, επιτόκια).
- Αναζήτηση πραγματικών δεδομένων από την ΕΛΣΤΑΤ ή την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα.

2 Συλλογή & Επεξεργασία Δεδομένων

- Οι μαθητές χρησιμοποιούν **Excel** ή **Google Sheets** για να καταγράψουν τα δεδομένα.
- Δημιουργούν γραφήματα (π.χ. ιστορική πορεία πληθωρισμού στην Ελλάδα).



3 Χρήση Υπολογιστικών Εργαλείων

- Με τη βοήθεια της Python (βιβλιοθήκες pandas, matplotlib) οι μαθητές αναλύουν δεδομένα.
- Κάνουν απλές προβλέψεις με χρήση γραμμικής παλινδρόμησης.

4 Δημιουργία Μοντέλου Πρόβλεψης

- Οι μαθητές προγραμματίζουν ένα απλό μοντέλο που προβλέπει τη μεταβολή του πληθωρισμού βάσει ιστορικών δεδομένων.
- Δοκιμάζουν την ακρίβεια του μοντέλου τους και συζητούν τους παράγοντες που επηρεάζουν την οικονομία.

5 Αξιολόγηση & Παρουσίαση

- Οι μαθητές ετοιμάζουν μια παρουσίαση με τα ευρήματά τους.
- Συζητούν για το πόσο αξιόπιστες είναι οι οικονομικές προβλέψεις και πώς χρησιμοποιούνται στην πραγματική αγορά.



Γιατί είναι STEM;

- Συνδυάζει οικονομική θεωρία με μαθηματικά & προγραμματισμό.
 - Αξιοποιεί δεδομένα και εργαλεία τεχνολογίας για ανάλυση και πρόβλεψη.
 - Καλλιεργεί την υπολογιστική σκέψη και τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων.
- Θα σε ενδιέφερε να το προσαρμόσουμε για μια συγκεκριμένη οικονομική θεματική, όπως επιχειρηματικότητα ή επενδύσεις; 😊

Βιβλιογραφία

- <https://users.sch.gr/hgoutsos/files/dejiotites/2-2a.pdf>

Παραδείγματα

- <https://chatgpt.com/>