

Εργαλειοθήκη1: Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης στα Μαθηματικά

ΣΒΑ, ένας νέος δρόμος για να ακολουθήσουμε

Ο σημερινός κόσμος αντιμετωπίζει προκλήσεις που θέτουν στόχους προς αντιμετώπιση. Μία από τις μεγάλες τρέχουσες προκλήσεις σχετίζεται με τη βιωσιμότητα και την επίπτωση που έχουν οι πράξεις μας στον κόσμο που θα αφήσουμε ως κληρονομιά στις μελλοντικές γενιές.

Οι έννοιες της βιωσιμότητας και της βιώσιμης ανάπτυξης εμφανίστηκαν στη δεκαετία του '80, υπό την ιδέα της δημιουργίας μιας συλλογικής ευθύνης που επιτρέπει την αντιμετώπιση των προβλημάτων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα και που απειλούν σοβαρά το μέλλον της (Orr, 2013).

Αυτή η έννοια έχει εξελιχθεί μέχρι που παρουσιάζεται ως μια κρίσιμη πρόκληση που πρέπει να προωθήσει πρακτικές δράσεις, έτσι ώστε όλοι σε όλο τον κόσμο να μπορούν να χτίσουν μαζί ένα καλύτερο μέλλον (UNESCO, 2015), εστιάζοντας αυτές τις δράσεις σε τρεις διαστάσεις: οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική, γύρω από τις οποίες περιστρέφονται οι 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ) που αποτελούν την Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, εγκεκριμένη το 2015 στον ΟΗΕ. Είναι ένα σχέδιο για ειρήνη και ευημερία για τους λαούς και τον πλανήτη στο παρόν και στο μέλλον.



Εικόνα 1. Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης. Πηγή: UNESCO

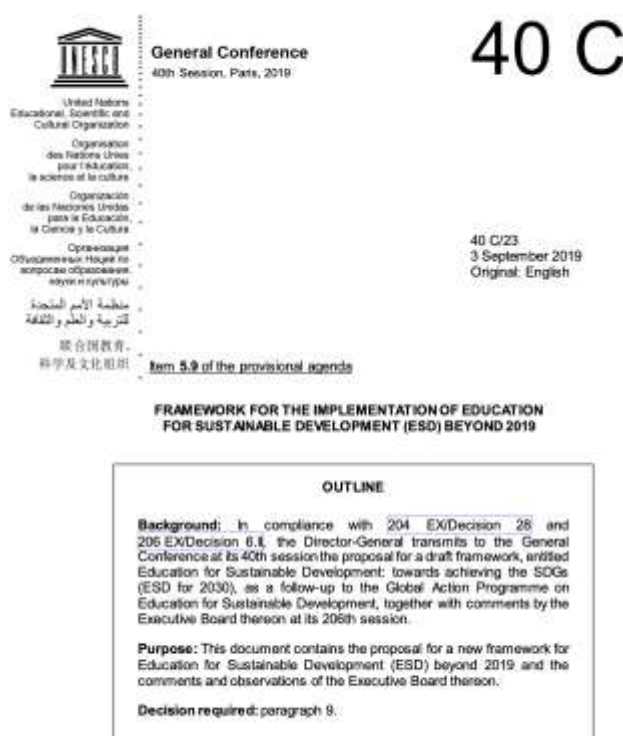
Αυτοί οι ΣΒΑ είναι εφικτοί μόνο με δέσμευση στην εκπαίδευση, αλλά μια εκπαίδευση που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων στη βιωσιμότητα. Δηλαδή, προώθηση μιας Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη (ΕΑΑ) που αναπτύσσει ικανότητες στη βιωσιμότητα που χαρακτηρίζονται από τη διαθεματικότητα, την πολυλειτουργικότητα και την ανεξαρτησία τους (Vásquez and García-Alonso, 2020). Ωστόσο, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν σε παγκόσμιο επίπεδο, παρόλο που αντικαθιστούν τις

ειδικές ικανότητες για ορισμένες καταστάσεις και πλαίσια, να τις κατανοήσουν και να έχουν μεγαλύτερο εύρος (Rychen, 2003).

Επιπλέον, σύμφωνα με την UNESCO (2017), θα μπορέσουμε να επιτύχουμε αυτούς τους στόχους εάν επιτύχουμε μια ολιστική, χωρίς αποκλεισμούς και μετασχηματιστική εκπαίδευση που περιλαμβάνει:

- α) Τα περιεχόμενα και τα μαθησιακά αποτελέσματα στα οποία τα προγράμματα σπουδών ενσωματώνονται με θέματα βιωσιμότητας.
- β) Παιδαγωγική και μαθησιακά περιβάλλοντα που είναι κεντρικά στον μαθητή, προσανατολισμένα στη δράση και βασίζονται στην αλληλεπίδραση και την διερευνητική μάθηση.
- γ) Τα αποτελέσματα της μάθησης στοχεύουν στην προώθηση ικανοτήτων όπως η κριτική και συστημική σκέψη, η κοινή λήψη αποφάσεων και η ανάληψη ευθύνης για τις τρέχουσες και τις μελλοντικές γενιές.
- δ) Επιδίωξη κοινωνικού μετασχηματισμού, τόσο του ίδιου του μετασχηματισμού όσο και του κοινωνικού περιβάλλοντος στο οποίο ζούμε.

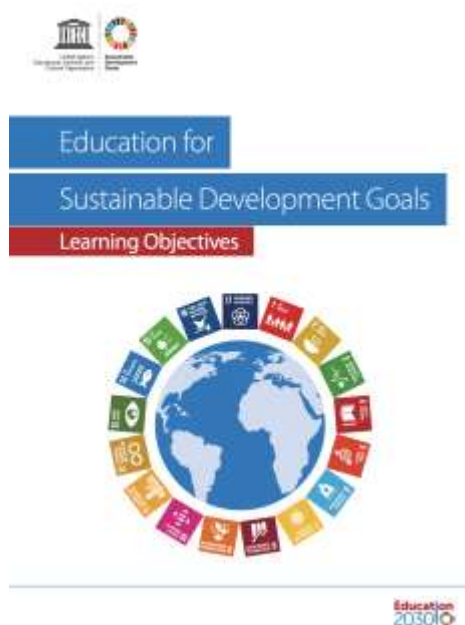
Αυτή είναι μια τεράστια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς, και ακόμη μεγαλύτερη για τους εκπαιδευτικούς φυσικής, χημείας και μαθηματικών, οι οποίοι δεν γνωρίζουν τις ικανότητές τους να εφαρμόσουν κατάρτιση σε αυτό το πλαίσιο (Uitto & Saloranta, 2017; Dahl, 2019; Vásquez, Seckel & Alsina, 2020).



Εικόνα 2. Πλαίσιο για την εφαρμογή της ΕΑΑ. Πηγή: Ηνωμένα Έθνη

ΕΑΑ, ανάπτυξη ικανών πολιτών στην αειφορία.

Σε αυτά τα χρόνια έχει φανεί ότι είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μια συγκεκριμένη κατάρτιση που να επιτρέπει να διευκρινιστεί πώς να πραγματοποιηθεί μια ΕΑΑ, έτσι η UNESCO έχει προσδιορίσει τέσσερις κύριες προσεγγίσεις: ολοκληρωτική, κριτική, μετασχηματιστική και contextual (UNESCO, 2012). Αυτές οι προσεγγίσεις χρησιμεύουν ως οδηγός για τη διδακτική πρόταση που μπορούμε να λάβουμε υπόψη κατά την εφαρμογή της ΕΑΑ.



Εικόνα 3. Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη. Πηγή: UNESCO, 2017

Κατανοούμε ότι η αναπτυχθείσα ΕΑΑ έχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση όταν παρουσιάζει μια ολιστική προοπτική που ενσωματώνει διάφορες πτυχές της βιωσιμότητας. Αυτό συμβαίνει όταν η διδασκαλία κατευθύνεται στην κατανόηση των παραγόντων που προάγουν τη βιωσιμότητα από διαφορετικές οπτικές γωνίες, π.χ., οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική. Δεν πραγματοποιείται μόνο η περιγραφή αλλά και η ανάλυση της αλληλεπίδρασής τους για την κατανόηση των λόγων που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα. Μια κριτική προσέγγιση της ΕΑΑ επικεντρώνεται στην κριτική σκέψη που αμφισβητεί το κυρίαρχο παράδειγμα, όπως τα μοντέλα παραγωγής-κατανάλωσης ή ενέργειας-ευημερίας, για παράδειγμα, και μέσω της ευαισθητοποίησης προωθεί εναλλακτικές λύσεις σύμφωνες με τους ΣΒΑ. Η τρίτη προσέγγιση, η μετασχηματιστική, είναι κοντά στις προηγούμενες, αλλά σε αυτή την περίπτωση, έχει μια πιο ρεαλιστική άποψη και επιδιώκει πραγματικό μετασχηματισμό, ευθύνη και ενδυνάμωση για την επίτευξη αλλαγών στον τρόπο ζωής, τις αξίες, τις εταιρείες κ.λπ., προκειμένου να επιτευχθεί η βιωσιμότητα. Τέλος, η συμφραστική προσέγγιση επικεντρώνει τη διδασκαλία στις επιπτώσεις του πλαισίου για τη βιωσιμότητα. Δεν υπάρχει ένα ενιαίο μοντέλο βιωσιμότητας για όλους, και κάθε τόπος και κάθε κοινότητα μπορεί να προσεγγίσει την ανάπτυξη των ΣΒΑ με διαφορετικό τρόπο, προσαρμοσμένο στους φυσικούς πόρους και τις ανάγκες που διαθέτει. Η συμφραστική προσέγγιση τονίζει τι είναι διαθέσιμο σε εμάς για την προώθηση των ικανοτήτων βιωσιμότητας.

Αυτές οι προσεγγίσεις επιδιώκουν να συμβάλουν στην ανάπτυξη βασικών ικανοτήτων για τη βιωσιμότητα με ολοκληρωμένο τρόπο με τους ΣΒΑ. Αναμφίβολα, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή μαθησιακών εμπειριών που ενσωματώνουν τέτοιες προσεγγίσεις αντιπροσωπεύει μια πρόκληση που απαιτεί την υιοθέτηση διεπιστημονικών, διαθεματικών και υπερθεματικών διδακτικών προοπτικών για ζητήματα βιωσιμότητας, οι οποίες συγκλίνουν σε μια μετασχηματιστική παιδαγωγική προσανατολισμένη στη δράση «που εμπλέκει τους μαθητές σε συμμετοχικές, συστημικές, δημιουργικές και καινοτόμες διαδικασίες σκέψης και δράσης στο πλαίσιο των τοπικών κοινοτήτων και της καθημερινής ζωής των μαθητών» (UNESCO, 2017, σ. 52). Αυτό θέτει μια πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευτές εκπαιδευτικών, ειδικά στους τομείς της φυσικής, της χημείας και των μαθηματικών, καθώς μπορεί να είναι λιγότερο ενήμεροι για τις ικανότητές τους να εφαρμόσουν την εκπαίδευση για την ΕΑΑ (Vásquez, et al., 2020; Uitto & Saloranta, 2017; Dahl, 2019), ακόμη περισσότερο αν λάβουμε υπόψη ότι σύμφωνα με την UNESCO (2018) υπάρχει μεγάλη πολυπλοκότητα στην ενσωμάτωση της ΕΑΑ στην εκπαιδευτική πρακτική. Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχει μια συγκεκριμένη κατάρτιση που να καθοδηγεί τους καθηγητές μαθηματικών στην ενσωμάτωση αυτών των διδακτικών στρατηγικών που στοχεύουν στην αειφόρο ανάπτυξη. Και η τριτοβάθμια εκπαίδευση, ως ο φορέας γνώσης και κατάρτισης των υπευθύνων για τη μελλοντική κοινωνία, πρέπει να αναλάβει την πρωτοβουλία και να πραγματοποιήσει αυτό το έργο.

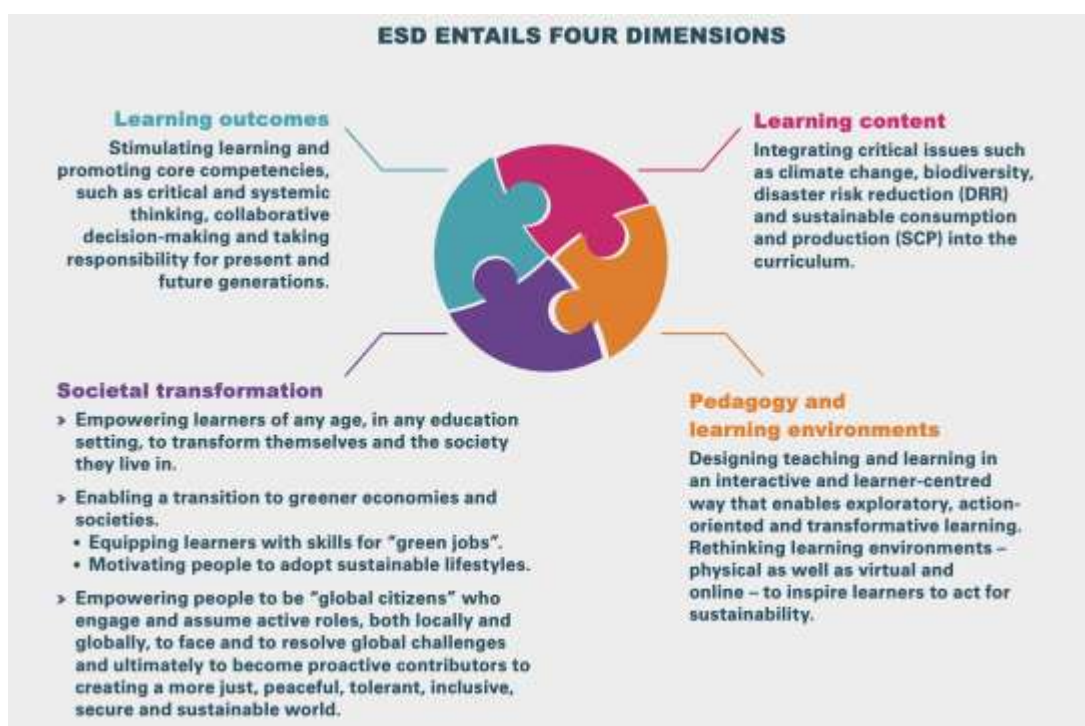


Εικόνα 4. Σχέση μεταξύ Εκπαίδευσης και Αειφόρου Ανάπτυξης. Πηγή: UNESCO, (2017)

Η ΕΑΑ στοχεύει στην ενδυνάμωση των μαθητών να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και υπεύθυνες δράσεις για την περιβαλλοντική ακεραιότητα, την οικονομική βιωσιμότητα και μια δίκαιη κοινωνία, για τις παρούσες και τις μελλοντικές γενιές. Η ΕΑΑ περιλαμβάνει τέσσερις διαστάσεις (UNESCO, 2016, σ. 9):

- Περιεχόμενο μάθησης. Ενσωμάτωση κρίσιμων ζητημάτων όπως η κλιματική αλλαγή, η βιοποικιλότητα, η μείωση του κινδύνου καταστροφών και η βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή στο αναλυτικό πρόγραμμα.

- Παιδαγωγικό και μαθησιακό περιβάλλον. Σχεδιασμός διδασκαλίας και μάθησης με διαδραστικό και μαθητοκεντρικό τρόπο που επιτρέπει την διερευνητική, προσανατολισμένη στη δράση και μετασχηματιστική μάθηση. Αναθεώρηση των μαθησιακών περιβαλλόντων - φυσικών καθώς και εικονικών και διαδικτυακών - για να εμπνεύσει τους μαθητές να δράσουν για την αειφορία.
- Κοινωνικός μετασχηματισμός.
 - ο Ενδυνάμωση των μαθητών κάθε ηλικίας, σε κάθε εκπαιδευτικό πλαίσιο, να μεταμορφώσουν τον εαυτό τους και την κοινωνία στην οποία ζουν.
 - ο Διευκόλυνση μιας μετάβασης σε πιο πράσινες οικονομίες και κοινωνίες, εξοπλίζοντας τους μαθητές με δεξιότητες για "πράσινες θέσεις εργασίας", παρακινώντας τους ανθρώπους να υιοθετήσουν βιώσιμους τρόπους ζωής.
 - ο Ενδυνάμωση των ανθρώπων να είναι "παγκόσμιοι πολίτες" που συμμετέχουν και αναλαμβάνουν ενεργό ρόλο, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, για να αντιμετωπίσουν και να επιλύσουν παγκόσμιες προκλήσεις και τελικά να γίνουν προληπτικοί συντελεστές στη δημιουργία ενός πιο δίκαιου, ειρηνικού, ανεκτικού, χωρίς αποκλεισμούς, ασφαλούς και βιώσιμου κόσμου.
- Μαθησιακά αποτελέσματα. Διέγερση της μάθησης και προώθηση βασικών ικανοτήτων, όπως η κριτική και συστημική σκέψη, η συνεργατική λήψη αποφάσεων και η ανάληψη ευθύνης για τις παρούσες και τις μελλοντικές γενιές.



Εικόνα 5. Διαστάσεις της ΕΑΑ. Πηγή: UNESCO (2016)

Πώς μπορούν οι ΣΒΑ να ενσωματωθούν στα μαθήματα μαθηματικών μας; Υπάρχει μια μακροχρόνια διεθνής συναίνεση ότι η ΕΑΑ θα πρέπει να είναι «ενσωματωμένη σε ολόκληρο το αναλυτικό πρόγραμμα, όχι ως ξεχωριστό μάθημα» (UNESCO, 2006, σ. 17). Εννοούμε με την ενσωμάτωση να συμπεριλάβουμε την ΕΑΑ ως αναπόσπαστο στοιχείο των αναλυτικών προγραμμάτων και άλλων πτυχών της τυπικής εκπαίδευσης, όχι ως «προσθήκη». Η ενσωμάτωση αποδίδει δικαιοσύνη στην έννοια της εκπαίδευσης

«για» την αειφόρο ανάπτυξη, θέτοντας τις αξίες και τις αρχές της στον πυρήνα της εκπαίδευσης.

Το μοντέλο των αντιδράσεων του Stephen Sterling στην πρόκληση της αειφορίας είναι χρήσιμο για να μας βοηθήσει να τοποθετήσουμε την ενσωμάτωση: ενώ είναι κριτικός της προσέγγισης της «προσθήκης», η ενσωμάτωση μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται στην προσέγγιση της «ενσωμάτωσης», αλλά με μακροπρόθεσμο στόχο την επίτευξη «ανασχεδιασμού ολόκληρου του συστήματος» (Sterling, 2011).



Source: Responses to the challenge of sustainable development, adapted from Sterling 2004 as cited in Lotz-Sisitka et al (2015) p.73

Πώς να ενσωματώσετε την ΕΑΑ;

Υπάρχουν κάποιες ενδείξεις που πρέπει να λάβουν υπόψη οι εκπαιδευτικοί όταν αποφασίζουν να ενσωματώσουν τους ΣΒΑ στην τρέχουσα διδασκαλία τους, για να μετατρέψουν τη διδασκαλία τους σε μια προσέγγιση ΕΑΑ. Ας δούμε μερικές από τις ιδέες (UNESCO, 2017b):

α) Ανάπτυξη μαθησιακών ενοτήτων βασισμένων σε ικανότητες

Ενώ οι εκκλήσεις για δεξιότητες του 21ου αιώνα ή διαθεματικές ικανότητες έχουν αυξηθεί τα τελευταία χρόνια (UNESCO, 2015), η μάθηση βασισμένη σε ικανότητες δεν είναι ούτε καθιερωμένη σε όλα τα εθνικά αναλυτικά προγράμματα ούτε εφαρμόζεται εξίσου σε όλα τα θέματα (ορισμένα επικεντρώνονται στα ακαδημαϊκά πρότυπα, άλλα επικεντρώνονται σε θέματα και μαθησιακούς στόχους).

Λάβετε υπόψη ότι μια ενότητα βασισμένη σε ικανότητες χρειάζεται εκπαιδευτικούς κατάλληλα εκπαιδευμένους σε παιδαγωγικές που ευνοούν τη βαθύτερη μάθηση και επαρκώς υποστηριζόμενους για να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον που επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν αυτές τις ικανότητες.

β) Επιλογή θεμάτων, ενοτήτων και ζητημάτων

Για αυτό, είναι πολύ σημαντικό να καθοριστούν ορισμένα κριτήρια για την επιλογή θεμάτων ΕΑΑ. Ως παραδείγματα (UNESCO, 2017b, σ. 26):

- Να είναι ουσιαστικό και σημαντικό για τον μαθητή (σχετικό με την πραγματική του ζωή).
- Να είναι προσανατολισμένο στην επίλυση προβλημάτων και να διερευνά τις δυνατότητες βιώσιμων λύσεων.
- Να συνδέεται με έναν ή περισσότερους ΣΒΑ της Ατζέντας 2030 για την Αειφόρο Ανάπτυξη.
- Να ενθαρρύνει τη διερεύνηση και τη συζήτηση της διασύνδεσης μεταξύ τοπικών, εθνικών και παγκόσμιων ζητημάτων ή ανάπτυξης.
- Να αντιμετωπίζει τις θεμελιώδεις προκλήσεις και εντάσεις που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, με ιδιαίτερη προσοχή σε:
 - ο Οικολογική πίεση και μη βιώσιμα πρότυπα οικονομικής παραγωγής και κατανάλωσης.
 - ο Μεγαλύτερος πλούτος αλλά αυξανόμενη ευπάθεια και αυξανόμενες ανισότητες.
 - ο Αυξανόμενη διασύνδεση αλλά αυξανόμενη μισαλλοδοξία και βία.
 - ο Πρόοδος και προκλήσεις στην εκπλήρωση των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.
- Να ευνοεί την καλλιέργεια επιλεγμένων ικανοτήτων ΕΑΑ.

γ) *Να κάνετε τα ζητήματα να 'αφορούν' τους μαθητές*

Η εκπαίδευση παραδοσιακά κάνει τους μαθητές να κατανοούν και να εννοιολογούν προβλήματα, αλλά σπάνια τους προετοιμάζει να εφαρμόσουν λύσεις. Όμως τώρα, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των μαθητών, παροτρύνοντας τους μαθητές να ενεργήσουν βάσει των αποτελεσμάτων των ερευνών τους.

Οι ΣΒΑ έχουν ευρείς στόχους και ιδανικά που δεν δείχνουν άμεσα το πλαίσιο στο οποίο λαμβάνουν χώρα η εκπαίδευση και η κοινωνική αλλαγή. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ενθαρρυνθούν και να υποστηριχθούν για να συνδέσουν τις αρχές με τον τοπικό τόπο ή κοινότητα και την βιωμένη εμπειρία των μαθητών τους, ενώ παράλληλα συνδέονται με τις αντίστοιχες επιρροές του «παγκόσμιου στο τοπικό» και του «τοπικού στο παγκόσμιο» (Stevenson, 1997).

Η ΕΑΑ «περιλαμβάνει περισσότερα από απλώς τη γνώση πραγμάτων για το περιβάλλον, την οικονομία ή ζητήματα ισότητας και κοινωνικής δικαιοσύνης, αλλά μάλλον συνεπάγεται μια προθυμία και ικανότητα να εμπλακεί κανείς διανοητικά και προσωπικά με τις εντάσεις που δημιουργούνται από τη διασύνδεση αυτών των συστημάτων» (Nolet, 2009, σ. 421).

δ) *Η αξιολόγηση ευθυγραμμίζεται με την ΕΑΑ*

Αυτό το μέρος είναι το πιο δύσκολο και το πιο ουσιαστικό μέρος της διδασκαλίας. Για αυτόν τον λόγο, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να σταματήσουν σε αυτό το μέρος και να κάνουν μια βαθιά αναστοχασμό για το πώς να ενσωματώσουν ή να τροποποιήσουν την αξιολόγηση ώστε να ευθυγραμμιστεί με την ΕΑΑ. Εδώ θα δούμε μερικές ιδέες που πρέπει να λάβετε υπόψη (UNESCO, 2017b):

- Εργασίες που ζητούν από τους μαθητές να επιδείξουν την ανάπτυξη ικανοτήτων ΕΑΑ.
- Ομαδικές δραστηριότητες που προσφέρουν ευκαιρίες για την εφαρμογή ικανοτήτων ΕΑΑ σε πραγματικές καταστάσεις ή συνεργασίες με εξωτερικούς φορείς και οργανισμούς.
- Εργασίες που ζητούν από τους μαθητές ρητά να μελετήσουν και να αντιμετωπίσουν τη σχέση μεταξύ του θέματος και της αειφόρου ανάπτυξης.
- Αξιολόγηση από ομοτίμους και αυτοαξιολογήσεις που ζητούν από τους μαθητές να παρακολουθούν τη μάθησή τους και να αναστοχάζονται κριτικά την πρόοδο τους καθώς και την πρόοδο των ομοτίμων τους.
- Αξιολόγηση μέσω διαδραστικού διαλόγου μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή, με τη βοήθεια ρουμπρικών ή πινάκων ικανοτήτων.

Όλες αυτές οι ιδέες θα πρέπει να μετατραπούν σε ιδέες που μπορούν να εφαρμοστούν στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και να καταστήσουν δυνατή την ανάπτυξη μιας προσέγγισης ΕΑΑ.

Οι ΣΒΑ στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, εκπαίδευση στην ιδιότητα του πολίτη.

Οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης αποτελούν πηγή πλαισίων που προσφέρουν την ευκαιρία να αναπτύξουμε μια διδασκαλία επικεντρωμένη στο περιβάλλον μας και μας επιτρέπουν να προσπαθήσουμε να επιτύχουμε λύσεις σε τρέχοντα προβλήματα προκειμένου να αλλάξουμε συνήθειες και, μαζί με αυτό, να επιτύχουμε τους επιθυμητούς στόχους. Όμως η Τριτοβάθμια Εκπαίδευση έχει έναν ρόλο τεράστιας σημασίας, διότι θα είναι το ίδρυμα που θα προσφέρει την ευκαιρία να εκπαιδεύσει πολίτες δεσμευμένους σε έναν βιώσιμο κόσμο (Vilches & Gil, 2012), υπεύθυνους για την εκπαίδευση επαγγελματιών που θα αναπτύξουν θέσεις ευθύνης στην κοινωνία μας, των οποίων οι αποφάσεις θα έχουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις σε ολόκληρη την κοινωνία ή στο περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσονται.

Εδώ αναλύουμε δύο τομείς ιδιαίτερης σημασίας για το μέλλον: την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, ως υπεύθυνων για την οικοδόμηση μελλοντικών κοινωνιών ικανών στην αειφορία· και, από την άλλη πλευρά, τους μελλοντικούς ηγέτες των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών περιβαλλόντων που πρέπει να λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις που στοχεύουν στην επίτευξη των ΣΒΑ.

Εκπαίδευση εκπαιδευτικών

Η UNESCO (2017) προσδιορίζει οκτώ βασικές ικανότητες στην αειφορία: Ικανότητα Συστημικής Σκέψης· Ικανότητα Πρόβλεψης· Κανονιστική Ικανότητα· Στρατηγική Ικανότητα· Ικανότητα Συνεργασίας· Ικανότητα Κριτικής Σκέψης· Ικανότητα Αυτογνωσίας· και Ικανότητα Ολοκληρωμένης Επίλυσης Προβλημάτων. Αυτές είναι διαθεματικές, πολυλειτουργικές και ανεξάρτητες ικανότητες που πρέπει να αναπτυχθούν σε όλους τους πολίτες σε διαφορετικά επίπεδα ανάλογα με την ηλικία τους (UNESCO, 2017a). Και παρόλο που η επίτευξή τους είναι ευθύνη όλων των πολιτών, οι εκπαιδευτικοί έχουν μια μεγαλύτερη πρόκληση, δεδομένου ότι είναι οι πραγματικοί φορείς αλλαγής, υπεύθυνοι για την απόκτηση από τους μαθητές τους των δεξιοτήτων, των στάσεων και των συμπεριφορών που στοχεύουν στην προώθηση πιο

βιώσιμων κοινωνιών (Alperovitz, 2014; UNESCO, 2018; Vásquez & García-Alonso, 2020).

Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί έχουν "τις γνώσεις και τις ικανότητές τους, απαραίτητες για την αναδιάρθρωση των εκπαιδευτικών διαδικασιών και ιδρυμάτων στην επιδίωξη της αειφορίας" (UNESCO, 2017a, σ. 51), μέσω "δραστηριοτήτων διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης ευθυγραμμισμένων και σχεδιασμένων για την κάλυψη βασικών ικανοτήτων στην αειφορία και μαθησιακών αποτελεσμάτων" (QAA, 2020). Από την άλλη πλευρά, οι εκπαιδευτικοί, με τη σειρά τους, πρέπει να αποκτήσουν τις δεξιότητες στην αειφορία, διότι χωρίς αυτές δύσκολα θα μπορέσουν να προωθήσουν μια ΕΑΑ στις τάξεις τους (Ull Solís, 2015; Vega-Marcote et al., 2015).

Επομένως, πρέπει να σκεφτούμε την αρχική και συνεχή εκπαίδευση των εκπαιδευτικών που, παράλληλα, οικοδομεί ικανότητες αειφορίας στους μαθητές και προτείνει διδακτικές στρατηγικές που διευκολύνουν την ενσωμάτωση των ικανοτήτων αειφορίας στις τάξεις τους (UNECE, 2016; UNESCO, 2017a). Ακόμη περισσότερο όταν, οι εκπαιδευτικοί στον επιστημονικό τομέα θεωρούν τη διδασκαλία τους μακριά από τις προκλήσεις της αειφορίας και ασχολούνται μόνο με δραστηριότητες στον οικολογικό ή κοινωνικοπολιτισμικό τομέα (Uitto & Saloranta, 2017). Επομένως, οι μελλοντικοί καθηγητές μαθηματικών θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένοι ως οικοδόμοι ικανοτήτων στην αειφορία (Vásquez & Alsina, 2021).

Η μαθηματική ικανότητα είναι η μαθηματική γνώση που στοχεύει στην οικοδόμηση κριτικής σκέψης, λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων σε διαφορετικά πλαίσια (Alsina, 2022; NCTM, 2000; Niss, 2002). Μεταξύ των στρατηγικών για την προώθηση της μαθηματικής ικανότητας, προτείνεται η χρήση ενεργητικών, συμμετοχικών και πειραματικών μεθόδων μάθησης (Sterling, 2011, σ. 36) που ευνοούν την ενσωμάτωση της ανάλυσης σε σύνθετα περιβάλλοντα και την προώθηση της συστημικής σκέψης στην τάξη (Lozano et al., 2013). Υπό αυτή την έννοια, η Μάθηση Βασισμένη σε Έργα (PBL) παρουσιάζεται ως ένα διδακτικό μοντέλο που διευκολύνει τη διαθεματικότητα και που επιτρέπει την εργασία για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων πλαισιωμένων στις κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές τους διαστάσεις (UNESCO, 2022b), κάτι που επιδιώκει η ΕΑΑ.

Εκπαίδευση στην ιδιότητα του πολίτη

Η κατοχή υψηλού επιπέδου εκπαίδευσης δεν αποτελεί εγγύηση για μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση σχετικά με την αειφορία (Orr, 2013), διότι, παρόλο που πολλοί παγκόσμιοι ηγέτες έχουν ανώτερα πτυχία, η αειφορία δεν αποτελεί την κύρια πολιτική τους (Sibbel, 2009). Υπό αυτή την έννοια, η αρχική εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών είναι ιδιαίτερα κρίσιμη (Geli, 2002), δεδομένου ότι θα είναι υπεύθυνη για την ευαισθητοποίηση των μελλοντικών πολιτών σχετικά με την αειφορία (Cardeñoso-Domingo et al., 2013). Όμως, δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι η Τριτοβάθμια Εκπαίδευση πρέπει να είναι ο φορέας των δεξιοτήτων αειφορίας αποτελεσματικά προκειμένου να επιτευχθεί μια ιδιότητα του πολίτη δεσμευμένη στην αειφορία και ικανή να εισαγάγει τις απαραίτητες αλλαγές για την επίτευξή της.

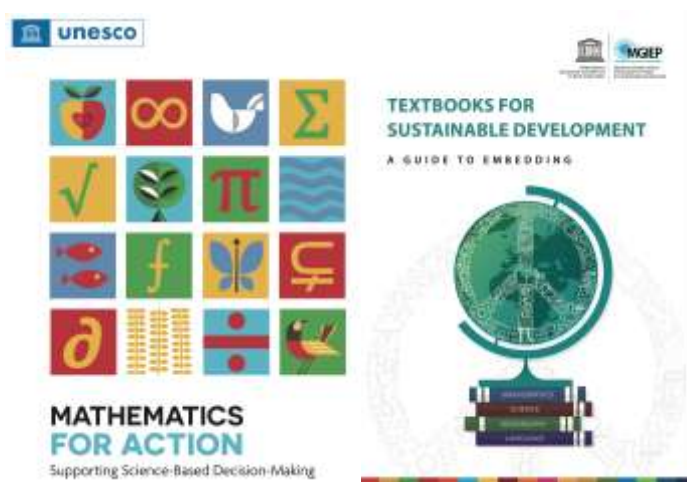
Όπως έχουμε επισημάνει, τα μαθηματικά είναι ένα μαθησιακό περιβάλλον που πρέπει να φροντίζει για την ανάπτυξη αυτών των ικανοτήτων στην αειφορία και πρέπει να το κάνει από μια ενσωματωμένη διαδικασία στην οποία συνδέει τη μαθηματική γνώση με

τα προβλήματα της πραγματικότητας, σε πλαίσια που προτείνονται από τους ΣΒΑ. Υπό αυτή την έννοια, βρίσκουμε κάποια εγχειρίδια που μας προσφέρουν ιδέες για την πραγματοποίηση αυτού του έργου, όπως το Mathematics for action (UNESCO, 2022), στο οποίο, μέσω διαφορετικών πλαισίων, αναλύονται με μαθηματικά εργαλεία οι αλλαγές που μπορούν να εισαχθούν και οι συνεισφορές που προσφέρει αυτή η γνώση για την επίλυση αυτών των προβλημάτων. Μερικά παραδείγματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

ΣΒΑ	Έργο
1	Οπτικοποίηση της φτώχειας: Χάρτες με τεχνητή νοημοσύνη βελτιώνουν τις εκτιμήσεις και τις προβλέψεις
2	Ενίσχυση της επισιτιστικής ασφάλειας: Ανθεκτικότητα και βιωσιμότητα του συστήματος τροφίμων
3	Μοντελοποίηση μολυσματικών ασθενειών: Πρόβλεψη της εξάπλωσης μιας επιδημίας
4	Διδασκαλία μαθηματικών: Μαθηματική Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη
5	Παρακολούθηση της ισότητας των φύλων: Μαθηματικές βάσεις των δεικτών ισότητας των φύλων
6	Μετατόπιση της θολότητας των λιμνών: Εναλλακτικές καταστάσεις σε ρηχές λίμνες
9	Αντιμετώπιση της αβεβαιότητας: Μαθήματα κοινωνικών επιστημών για μαθηματική μοντελοποίηση
11	Προετοιμασία για μια κρίση: Βελτίωση της ανθεκτικότητας ψηφιοποιημένων σύνθετων συστημάτων
12	Κατανομή σπάνιων πόρων: Μοντελοποίηση για την υποστήριξη της βιωσιμότητας τροφίμων-ενέργειας-νερού
13	Πρόβλεψη κυκλώνων: Τα μαθηματικά της πρόβλεψης τροπικών κυκλώνων
14	Διατήρηση της αλιείας: Βιοοικονομικά μοντέλα για τη διαχείριση της αλιείας
15	Ακρόαση της άγριας ζωής: Ταξινόμηση ήχων ζώων με βαθιά μάθηση
16	Διατήρηση της ιδιωτικότητας: Η δύναμη των πολλών με συνεργατική μηχανική μάθηση

Μαθηματικά και ΣΒΑ

Η βιωσιμότητα συνήθως μας ωθεί να σκεφτούμε τη δημιουργία περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και, κατά κάποιο τρόπο, φαίνεται μακριά από αυτό που συνήθως αναπτύσσεται στην τάξη των μαθηματικών. Γι' αυτό, αρκετές μελέτες δείχνουν ότι οι καθηγητές μαθηματικών δεν θεωρούν ότι έχουν τα απαραίτητα εργαλεία για να αντιμετωπίσουν τη βιωσιμότητα στις τάξεις τους (Vásquez et al., 2020). Ωστόσο, έχουν δημοσιευτεί αρκετά εγχειρίδια από την UNESCO που αντιμετωπίζουν αυτή την κατάσταση και προσπαθούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς γενικά, αλλά ιδιαίτερα τους μαθηματικούς, να φέρουν σε πέρας το έργο της ενσωμάτωσης αυτής της γνώσης στις τάξεις τους. Μόνο με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να μιλήσουμε για μια αυθεντική ΕΑΑ, δηλαδή μια διδασκαλία που στοχεύει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων βιωσιμότητας που επιτρέπουν στους πολίτες να οδηγηθούν προς την επίτευξη των ΣΒΑ.



Εικόνα 6. Δύο εγχειρίδια για τα μαθηματικά και τους ΣΒΑ

Ο Alan Bishop (1988) περιέγραψε έξι κατηγορίες ανθρώπινης δραστηριότητας για την εξέταση πολιτιστικών πρακτικών με σκοπό τον εντοπισμό των μαθηματικών. Τα μαθηματικά είναι η μέτρηση, η καταμέτρηση και ο εντοπισμός θέσης. Αυτές οι μαθηματικές πράξεις υποδεικνύουν σαφείς συνδέσεις μεταξύ των ανθρώπων και των περιβαλλόντων τους και για αυτόν τον λόγο θεωρούμε ότι τα μαθηματικά έχουν πολλά να κάνουν με τους ΣΒΑ και συνδέονται με τα προβλήματα που έχει η κοινωνία μας.

Επίσης, οι αφαιρέσεις είναι ισχυρά εργαλεία για τη βαθύτερη αξιολόγηση των ανθρώπινων προκλήσεων, επειδή μας επιτρέπουν να κάνουμε προβλέψεις και να σχεδιάζουμε φυσικές και εννοιολογικές δομές που ικανοποιούν τις ανάγκες και τις επιθυμίες μας. Το πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης εξισορροπεί τις άμεσες ανάγκες με τις μακροπρόθεσμες και κοινωνικές ανάγκες.

Για την εξισορρόπηση των αντικρουόμενων αναγκών, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων λαμβάνουν υπόψη διάφορα μέτρα που προσδιορίζουν τον στόχο και αποδίδουν αριθμητικές τιμές σε πράγματα που δεν είναι απλό να μετρηθούν.



Εικόνα 7. Διαχείριση αντικρουόμενων στόχων με μαθηματικά. Πηγή: UNESCO, (2017b), σ. 39.



Εικόνα 8. Ολοκληρωμένα συστήματα γνώσης. Πηγή: UNESCO (2017b), σ. 40

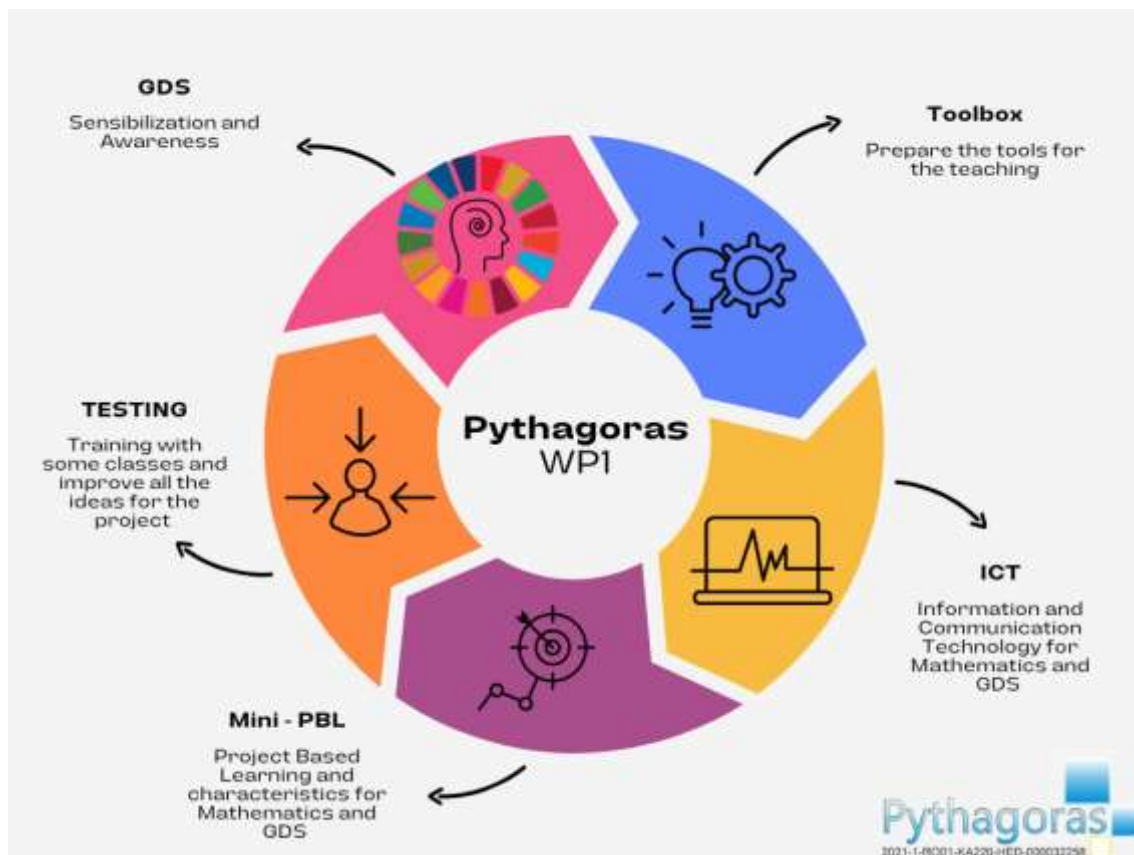
MATHEMATICS	THEMATIC AREA	SAMPLE TOPICS
FUNCTIONS AND RELATIONS	Illness and health	Frequency and dissemination of diseases (comparing countries and/or historical development)
	Protection and use of natural resources and energy generation	Presentation of energy resources, generation and consumption of energy in the course of time, future prognoses
	Opportunities and risks of technological progress	Radioactive decay, for example, atomic power plants
	Global environmental changes	Climate data and climate change, for example, global warming
	Mobility, urban development and traffic	Development of street traffic, traffic fatalities and exhaust emissions in different countries and/or over the course of time
	Globalization of the economy and labour	Interest and repayment for private and public loans, developments at the stock exchanges
	Demographic structures and developments	Population growth in different world regions
	Sustainable Development Goals	Developing indicators for specific SDGs, applying them over a time period, using them for prognoses
DATA AND STATISTICS	Food and agriculture	Household water demands in certain countries and worldwide
	Illness and health	Availability of physicians, midwives and medicine in industrialized and developing countries
	Water	Water scarcity, sources of consumption, availability of potable water in certain countries, regions or according to socio-economic status
	Education	Education and professions in industrialized and developing countries, child labour, status of universities
	Child labour	Distribution of child labour by region and products, comparative conditions and wages of child workers, profits of corporations using child labour
	Leisure time and globalization	Influence of holiday travel on environment and economy in the target countries
	Protection and use of natural resources and generation of energy	Generation and consumption of energy in the household (regionally, nationally, internationally) The ecological footprint
	Globalization of economy and labour	Crises and upswings, data on public debts, per-capita debts, gross national products, labour markets, labour mobility
	Demographic structures and developments	Trends and consequences of demographics (national, cross-border, rural/urban)
	Poverty and social security	Financing of social systems such as pension schemes, unemployment insurance
GEOMETRY	Architecture	Symmetry and pattern in architecture (tiling, windows, etc), comparing across cultures
	Rights of people with special needs	Design of ramps for wheelchairs

Εικόνα 8. Πιθανές ιδέες για την ενσωμάτωση μιας προσέγγισης ΕΑΑ στα μαθήματα μαθηματικών.
Πηγή: UNESCO (2017b), σ. 47.

Τι ακολουθεί;

Μέχρι στιγμής, είδαμε ότι οι ΣΒΑ παρέχουν μια ευκαιρία για τη μαθηματική εκπαίδευση σε οποιοδήποτε πλαίσιο, συμπεριλαμβανομένης της τριτοβάθμιας

εκπαίδευσης. Από αυτό το σημείο και πέρα, συνδέουμε αυτά τα ευρήματα με δύο πτυχές που θα αναπτυχθούν σε αυτό το έργο ως εργαλειοθήκες: ψηφιακά εργαλεία στη μαθηματική εκπαίδευση και μεθοδολογία βασισμένη σε έργα. Το ακόλουθο σχήμα απεικονίζει τη διαδικασία ανάπτυξης και εφαρμογής των επιλεγμένων ιδεών σε αυτήν την εργαλειοθήκη στην τάξη.



Εικόνα 9. Διαδικασία που ακολουθήθηκε στο διανοητικό προϊόν 1 του έργου Πυθαγόρας.

Αναφορές

- Alsina, À. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In *Controversial Issues and Social Problemas for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 9-21). Springer, Cham.
- Alperovitz, G. (2014). The Political-Economic Foundations of a Sustainable System. In Worldwatch Institute. *Governing for Sustainability*, chapter 18. Island Press.
- Bishop, A. (1988) *Mathematical enculturation: a cultural perspective in mathematics education*. Dordrecht: D. Reidel.
- Cardenoso-Domingo, J. M., Azcárate Goded, P. and Oliva-Martínez, J. M. (2013). La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 10, N° Extra 4, 780-796.
- Dahl, T. (2019). Prepared to Teach for Sustainable Development? Student Teachers' Beliefs in Their Ability to Teach for Sustainable Development. *Sustainability*, 11, 1993-2103.
- Geli, A. M. (2002). Universidad, sostenibilidad y ambientalización curricular. En E. Arbat y A. M. Geli de Ciurana (Eds.), *Ambientalización curricular en los estudios*

- superiores. *Aspectos ambientales de las universidades* (pp. 11-14). Girona: Universitat de Girona y Red ACES.
- Lozano, R., Lozano, F. J., Mulder, K., Huisingh, D. and Waas, T. (2013). Advancing higher education for sustainable development: international insights and critical reflections. *Journal of Cleaner Production*, 48, 3-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.034>
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Niss, M. (2002). *Competencias matemáticas y aprendizaje de las matemáticas: el proyecto danés Kom*. Universidad de Roskilde.
- Nolet, V. (2009) Preparing sustainability-literate teachers. *Teachers College Record*, 111 (2), pp. 409–442.
- Orr, D. W. (2013). Governance in the Long Emergency. In *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* Worldwatch Institute, Ed; W.W. Norton: New York, pp. 279-291.
- QAA. (2020). *Education for sustainable development guidance: Draft consultation*. December 2020, Gloucester, UK: Quality Assurance Agency.
- Rychen, D. S. (2003). Competencias clave: Abordar desafíos importantes en vida
Rychen, D.S. y Salganik, L.H. (eds). *Competencias clave para una vida exitosa y una sociedad sana*. Cambridge, MA, Hogrefe y Huber, (pp. 63–107).
- Sibbel, A. (2009). Pathways towards sustainability through higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(1), 68-82. DOI: <https://doi.org/10.1108/14676370910925262>
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5, 117-133. Cheltenham: University of Gloucestershire.
- Stevenson, R.B. (1997) Developing habits of environmental thoughtfulness through the in-depth study of select environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 2, pp. 183–201.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2016). *Ten years of the UNECE Strategy for Education for Sustainable Development*. New York.
- UNESCO (2006). *Education for sustainable development toolkit. Learning and training tools no. 1*, Paris: UNESCO.
- UNESCO (2012). *Shaping the Education of Tomorrow: 2012 Report on the UN Decade of Education for Sustainable Development, Abridged*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO (2016). *Global Citizens for Sustainable Development. A guide for Teachers*. UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2017a). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2017b). *Textbooks for Sustainable Development. A guide to embedding*. UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2018). *Progress on Education for Sustainable Development and Global Citizenship Education*; UNESCO: Paris, France.
- UNESCO (2022b). *Mathematics for action. Supporting Science-Based Decision-Making*. Paris. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380883.locale=en>
- Uitto, A. & Saloranta, S. (2017). Subject Teachers as Educators for Sustainability: A Survey Study. *Education Sciences*, 7 (1), 8-26.

- Ull Solís, M. Á. (2015). Competencias para la sostenibilidad y competencias en educación para la sostenibilidad en la educación superior. *Uni-Pluri/Versidad*, 14, 46-58.
- Vásquez, C. & Alsina, A. (2021). Analysing Probability Teaching Practices in Primary Education: What Tasks do Teachers Implement? *Mathematics*, 9(19):2493. <https://doi.org/10.3390/math9192493>
- Vásquez, C. & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el Desarrollo Sostenible en la Formación del Profesorado. *Profesorado. Curriculum y formación del profesorado*, 24(3), 125-147. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i3.15214>
- Vásquez, C.; Seckel, M. J. & Alsina (2020). A. Belief system of future teachers on Education for Sustainable Development in math classes. *Uniciencia*, 34, 1–30.
- Vega-Marcote, P., Varela-Losada, M. & Álvarez-Suárez, P. (2015). Evaluation of an educational model based on the development of sustainable competencies in basic teacher training in Spain. *Sustainability*, 7(3), 2603-2622.
- Vilches, A. & Gil, D. (2012). La educación para la sostenibilidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado, Revista de currículum y formación de profesorado*, 16(2), 25-43.