

ΠΡΩΤΟΤΥΠΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

BioSTEM: Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο έρευνας και καινοτομίας στα πεδία της Βιολογίας, Μοριακής Βιολογίας και Εξατομικευμένης Ιατρικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Σταυρούλα Σιαμόγλου¹, Στυλιανή Κλαυδιανού², Βασιλική Γάκη², Γιαννούλα Πανταζή², Γεώργιος Αρλαπάνος², Αθανάσιος Ζάρας², Βασίλης Καλογεράκης², Γεώργιος Π. Πατρινός^{1,*}

¹Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πανεπιστήμιο Πατρών,

Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πάτρα

²Ελληνικά σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα επιστημονικά πεδία της Βιολογίας, της Μοριακής Βιολογίας και της Εξατομικευμένης Ιατρικής χαρακτηρίζονται από ταχεία εξέλιξη υπογραμμίζοντας την ανάγκη έγκυρης ενημέρωσης και εξοικείωσης του ευρύτερου συνόλου από τα μαθητικά κιάλια χρόνια. Για την αποδοτική και ενδιαφέρουσα εκπαιδευτική προσέγγιση των μαθητών στο πεδίο της Βιολογίας κρίνεται αναγκαίος ο συνδυασμός θεωρητικής και πρακτικής εκπαίδευσης συνεπικουρούμενος με εναλλακτικά μαθησιακά εργαλεία. Το εκπαιδευτικό εργαλείο BioSTEM στοχεύει στην εξοικείωση των μαθητών με έννοιες και πειραματικές διαδικασίες της Μοριακής Βιολογίας μέσω προσέγγισης «hands-on training» με πλήρως εξοπλισμένο φορητό εργαστήριο, μεταφέροντας την εργαστηριακή πραγματικότητα στις σχολικές αίθουσες. Παράλληλα, τα καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία (όπως χειροκατα-

σκευές, comics, χρωμοσελίδες, επιτραπέζια παιχνίδια και εκπαιδευτικά σενάρια διδασκαλίας κ.ά.) και η διαρκής επικοινωνία με τη σχολική κοινότητα πανελλαδικώς μέσω του διαδικτυακού τόπου <https://biostem.gr/> εξασφαλίζουν την καινοτομία της STEM προσέγγισης της Βιολογίας για πρώτη φορά οργανωμένα στην Ελλάδα. Έως σήμερα πάνω από 2000 μαθητές, εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης έχουν παρακολουθήσει το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM από τουλάχιστον 38 διαφορετικές σχολικές μονάδες της χώρας. Παράλληλα το BioSTEM στοχεύει στην ενημέρωση των μαθητών, των κηδεμόνων τους και των εκπαιδευτικών για τη σημασία της τήρησης κανόνων ασφαλείας σε περιβάλλον εργαστηρίου, της ανάλυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος και τις βιοηθικές προεκτάσεις των γενετικών αναλύσεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΥ: BioSTEM, εκπαίδευση, σχολείο, Βιολογία, Εξατομικευμένη Ιατρική

* Αντεπιστέλλων Συγγραφέας

Εργαστήριο Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πανεπιστημιούπολη, Ρίο, 26504, Πάτρα, Email: gpatrinos@upatras.gr.

Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) σηματοδοτεί την απομάκρυνση από την δασκαλοκεντρική εκπαίδευση και επιτάσσει μία παιδαγωγική στροφή με επίκεντρο τον μαθητή, όπου ένα μεγάλο μέρος της διδασκαλίας βασίζεται στην έρευνα και τον πειραματισμό (Kazempour, 2009, Moustafa et al., 2013, Odom and Bell, 2015, Qhobela, 2012, Tamim and Grant 2013, Yukhymenko et al., 2014, National Science Board, 2007, Mooney και Laubach, 2002). Είναι σημαντικό να κατανοήσουν οι υπεύθυνοι χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής τις προκλήσεις και τους φραγμούς που εμποδίζουν την προσέγγιση της εκπαίδευσης STEM στις αίθουσες διδασκαλίας.

Η κάθε επιστημονική κατεύθυνση STEM χρειάζεται να διέπεται από καινοτόμες ιδέες προς την επίτευξη καλύτερης κατανόησης των εννοιών από τον κάθε εκπαιδευόμενο. Για παράδειγμα, στην περίπτωση των μαθηματικών, ο Wittmann (1998) δηλώνει ότι η καλύτερη εκπαίδευση στα μαθηματικά προϋποθέτει την διέλευση του εκπαιδευόμενου μεταξύ διαφόρων επιστημονικών κλάδων, συμπεριλαμβανομένων εκτός των μαθηματικών και της παιδαγωγικής επιστήμης, της ιστορίας της επιστήμης και άλλων.

Σύμφωνα με τους VanTassel-Baska (2011) και Little (2016), η STEM παιδαγωγική προσέγγιση αποτελεί την καλύτερη πρακτική για όλους, καθώς η εφαρμογή της διευκολύνει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων του κάθε μαθητή στην επιστήμη, στην τεχνολογία, στην μηχανική και στα μαθηματικά.

Οι τομείς της Βιολογίας, της Μοριακής Βιολογίας, της Γενετικής και της Εξατομικευμένης Ιατρικής χαρακτηρίζονται από ταχεία εξέλιξη και ανάγκη για μαθησιακή επαγρύπνηση. Στη χώρα μας, η εκπαίδευση των μαθητών δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου ακόμη, στα πεδία αυτά περιορίζεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, στην παράθεση θεωρητικών γνώσεων, παραγκωνίζοντας την ενεργό συμμετοχή του μαθητή, αποξενώνοντας τη δραστηριτική μάθηση και κατ'επέκταση οδηγώντας σε φθίνουσα πορεία του ενδιαφέροντος των μαθητών για το πεδίο της Βιολογίας και των σχολών Επιστημών Υγείας.

Έτσι, και για την καλύτερη εκπαίδευση των μαθητών στο επιστημονικό πεδίο των Θετικών Επιστημών και πιο συγκεκριμένα με το πεδίο της Βιολογίας, κρίνεται αναγκαίος ο συνδυασμός θεωρητικής και πρακτικής εκπαίδευσης συνεπικουρούμενος με εναλλακτικά μαθησιακά εργαλεία, ώστε η εκπαίδευση των μαθητών να είναι ορθότερη και σφαιρικότερη, ο επαγγελματικός τους προσανατολισμός να είναι πληρέστερος και η γνωριμία τους

με το πεδίο της Βιολογίας, της έρευνας και τον ακαδημαϊκό χώρο σταδιακή και ευχάριστη.

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα «BioSTEM – Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο έρευνας και καινοτομίας Βιολογίας, Μοριακής Βιολογίας και Εξατομικευμένης Θεραπείας» του Εργαστηρίου Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας Φαρμακευτικής Πατρών αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο της Βιολογίας, της Μοριακής Βιολογίας και της Εξατομικευμένης Θεραπείας, συνδυάζοντας εκπαιδευτικές επισκέψεις στα σχολεία κατόπιν έγκρισης υλοποίησης του προγράμματος από το Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων (ΥΠΑΙΘ).

Η δικτύωση Πανεπιστημίου με σχολεία για την εφαρμογή STEM προσέγγισης της Βιολογίας και Μοριακής Βιολογίας καθώς και πρότυπων σεναρίων διδασκαλίας γίνεται για πρώτη φορά οργανωμένα στην Ελλάδα.

Το εκπαιδευτικό εργαλείο BioSTEM αντιμετωπίζει κατάλληλα όλες τις μείζονες προκλήσεις και εμπόδια στην εφαρμογή της προσέγγισης STEM στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, λαμβάνοντας υπόψη το υπάρχον σχολικό πρόγραμμα σπουδών, τα κενά που υπάρχουν στην εφαρμογή της STEM εκπαίδευσης στην Ελλάδα καθώς και την έλλειψη αμφίδρομης επικοινωνίας και συνεργασίας Τριτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το εκπαιδευτικό εργαλείο BioSTEM, του Εργαστηρίου Φαρμακογονιδιωματικής και Εξατομικευμένης Θεραπείας (ΕΦΕΘ) του Τμήματος Φαρμακευτικής του Πανεπιστημίου Πατρών, αποσκοπεί στην ενίσχυση του υπάρχοντος προγράμματος σπουδών με έμφαση στην STEM προσέγγιση, στην διευκόλυνση του ρόλου του εκπαιδευτικού με έμφαση στα σχολεία απομακρυσμένων περιοχών και την ενθάρρυνση συνεργασίας σχολείου και ευρύτερης κοινωνίας.

Μεθοδολογία

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο έρευνας και καινοτομίας της επιστήμης της Βιολογίας, της Μοριακής Βιολογίας και της Εξατομικευμένης Θεραπείας, καθιστώντας εύκολη τη μεταφορά της γνώσης από την Τριτοβάθμια εκπαίδευση στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέσω των διαδικτυακών σεναρίων διδασκαλίας, καινοτόμων μαθησιακών εργαλείων και της διαδικτυακής πλατφόρμας. Τα καινοτόμα εκπαιδευτικά εργαλεία (όπως χειροκατασκευές, comics, χρωμοσελίδες, επιτραπέζια παιχνίδια και εκπαιδευτικά σενάρια διδασκαλίας κ.ά.) και η διαρκής επικοινωνία με τη σχολική κοινότητα πανελλαδικώς μέσω του διαδικτυακού τόπου <https://biostem.gr/> εξασφαλίζουν την καινοτομία της

STEM προσέγγισης της Βιολογίας για πρώτη φορά οργανωμένα στην Ελλάδα.

Επιπλέον, κατάλληλα δομημένα σενάρια διδασκαλίας από εκπαιδευτικούς της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της ομάδας έργου του BioSTEM με στόχο τη διευκόλυνση του έργου των εκπαιδευτικών συνεπικουρούν το συνολικό εκπαιδευτικό αποτέλεσμα. Τα σενάρια διδασκαλίας είναι προσαρμοσμένα ανάλογα με τη βαθμίδα εκπαίδευσης των μαθητών, έχουν αναπτυχθεί από κατάλληλα καταρτισμένους εκπαιδευτικούς και μέλη της ομάδας BioSTEM με γνώσεις της STEM προσέγγισης στο σχολικό περιβάλλον και πραγματεύονται θέματα, όπως: α) Οι Θετικές Επιστήμες στην καθημερινότητά μου, β) Ιστορία της επιστήμης της Βιολογίας, γ) Η Βιολογία της φύσης, δ) Εισαγωγική Βιολογία, ε) Εργαστηριακοί κανόνες και ασφάλεια στο εργαστήριο, στ) Το κύτταρο, ζ) Το ανθρώπινο γονιδίωμα, η) Μοριακή Βιολογία και Γενετική, θ) Μαθαίνω να κρίνω ερευνητικές εργασίες και να εντοπίζω λάθη σε αυτές κ.ά.

Στον διαδικτυακό τόπο <https://biostem.gr/> μπορούν οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές να πλοηγηθούν σε ένα προσιτό και ενδιαφέρον διαδικτυακό περιβάλλον, βρίσκοντας αναρτημένα σενάρια διδασκαλίας, comics, χρωμοσελίδες και παρουσιάσεις που πραγματεύονται τόσο τη θεωρία όσο και την εργαστηριακή προετοιμασία των τεσσάρων βασικών εργαστηριακών ασκήσεων του εκπαιδευτικού εργαλείου BioSTEM. Το διαθέσιμο forum δίνει τη δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας της σχολικής κοινότητας με την ομάδα BioSTEM τόσο για επίλυση τυχόν αποριών, όσο και για άμεσο προγραμματισμό εκπαιδευτικών επισκέψεων σε σχολεία όλης της χώρας.

Οι σύγχρονες στρατηγικές διδασκαλίας του εκπαιδευτικού προγράμματος BioSTEM εφαρμόζουν τη μεθοδολογία της διερευνητικής, εποικοδομητικής, ομαδοσυνεργατικής και διεπιστημονικής διδασκαλίας, καθιστώντας εφικτή τη μεταφορά της ερευνητικής πρακτικής μέσω των επισκέψεων στα σχολεία, κατά τις οποίες πραγματοποιούνται εργαστηριακές ερευνητικές δράσεις με ενεργή συμμετοχή των εκπαιδευτικών και μαθητών από διάφορα σχολεία της χώρας απομακρυσμένα ή μη από τα μεγάλα αστικά κέντρα. Η εκπαίδευση στις εργαστηριακές ασκήσεις στηρίζεται σε μεταφερόμενο πλήρη εργαστηριακό εξοπλισμό του ΕΦΕΘ όπου οι μαθητές δεν είναι παθητικοί παρατηρητές, αλλά ο βασικός μοχλός των εργαστηριακών ασκήσεων. Εργαστηριακές ασκήσεις όπως η απομόνωση του DNA από κύτταρα της έσω παρειάς, η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράση (Polymerase Chain Reaction, PCR), η ηλεκτροφόρηση και η γονοτύπηση με τη χρήση περιοριστικού ενζύμου εξο-

κείωνουν τους μαθητές με την εργαστηριακή πρακτική και μάλιστα εντός του σχολικού περιβάλλοντος με πραγματικό εργαστηριακό εξοπλισμό. Παράλληλα το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM είναι συμβατό με τις αρχές της σύγχρονης παιδαγωγικής καθώς ο ίδιος ο μαθητής αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου ο ίδιος, να εφαρμόσει πρωτοκόλλα μοριακών τεχνικών, τα οποία βασίζονται στην επιστήμη της Μοριακής Βιολογίας, σε φορητό εργαστήριο, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού προσωπικού. Έτσι ο μαθητής εμπλέκεται στην μαθησιακή διαδικασία, εξερευνά, επεξηγεί και επεξεργάζεται αποτελέσματα που τον οδηγεί στην κατανόηση εννοιών της Βιολογίας όπως είναι το γονιδίωμα, το γονίδιο, το περιοριστικό ένζυμο κτλ μέσω της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης και της ενεργού συμμετοχής του.

Οι εκπαιδευτικές δράσεις του εκπαιδευτικού προγράμματος BioSTEM έγιναν δια ζώσης με μετακίνηση μελών της ομάδας BioSTEM στο χώρο του σχολείου ή με μετακίνηση μαθητών στη σύγχρονη εκπαιδευτική υποδομή Κέντρο Έρευνας και Καινοτομίας της Βιολογίας, Μοριακής Βιολογίας και Εξατομικευμένης Θεραπείας στις εγκαταστάσεις του ΕΦΕΘ.

Καθ' όλη τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος BioSTEM δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην: α) Εκπαίδευση με τα χέρια (hands-on learning). Προηγείται ενημέρωση και κατόπιν εξάσκηση των μαθητών σε αυτό που πραγματικά κάνουν οι επιστήμονες: παρατηρούν, αμφισβητούν, υποθέτουν, πειραματίζονται και συνάγουν συμπεράσματα, β) Ανάπτυξη κριτικής σκέψης. Το περιεχόμενο των εκπαιδευτικών σεναρίων είναι σημαντικό, αλλά δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο να μπορεί ο μαθητής να σκέφτεται σαν επιστήμονας (κριτικά, λογικά, χρησιμοποιώντας επιχειρήματα). Αν οι μαθητές είναι σε θέση να σκέφτονται σαν επιστήμονες, τα επιστημονικά δεδομένα αρχίζουν να έχουν νόημα και έτσι να διευκολύνουν την εκμάθηση και γ) καλλιεργείται η αντίληψη ότι όλοι οι μαθητές μπορούν να πετύχουν. Τα μαθήματα είναι δομημένα και διδάσκονται με τρόπο που ενθαρρύνει όλους τους μαθητές να κατανοήσουν το υλικό, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία εργαλείων διδασκαλίας για να εμπνευστούν όλοι οι μαθητές.

Η συνολική δράση BioSTEM αξιολογείται με τη συμπλήρωση ανώνυμων ερωτηματολογίων πριν και μετά την ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού προγράμματος που δείχνει την ανταπόκριση των μαθητών και εκπαιδευτικών στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, τη συμβολή του BioSTEM στην εκπαιδευτική διαδικασία του μαθήματος της Βιολογίας και την συνολική απήχηση του εκπαιδευτικού προγράμματος στη σχολική κοινότητα.

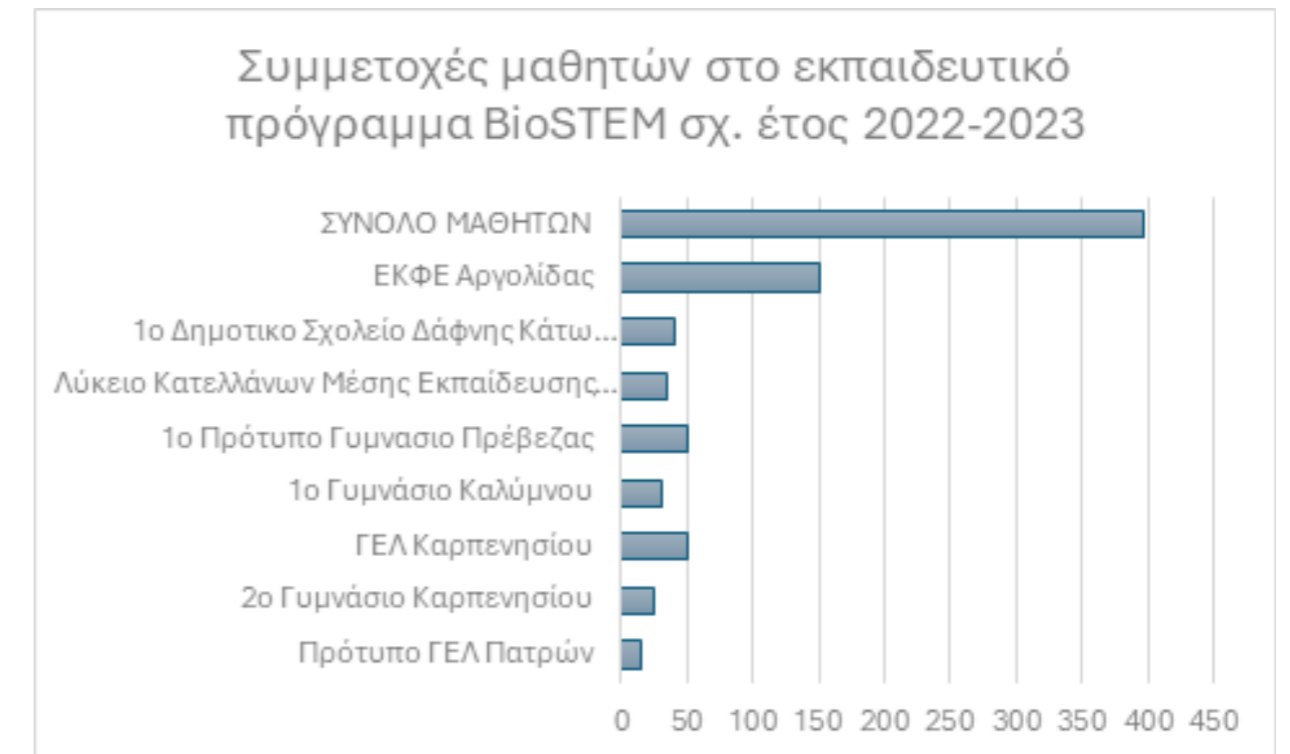
Αποτελέσματα

Η συμμετοχή των μαθητών και των εκπαιδευτικών στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM πραγματοποιήθηκε με μεταφορά μελών της ομάδας έργου BioSTEM κατόπιν της γνωστοποίησης της έγκρισης του εκπαιδευτικού προγράμματος στα σχολεία και πρόσκλησης της ομάδας BioSTEM εκ της διεύθυνσης των σχολείων ή των αρμόδιων εκπαιδευτικών ειδικοτήτων ΠΕ04 (όπως βιολόγοι, φυσικοί και χημικοί) των ενδιαφερόμενων σχολείων. Κατά τη διάρκεια του εκπαιδευτικού προγράμματος BioSTEM οι μαθητές εξοικειώθηκαν έμπρακτα με έννοιες της Μοριακής Βιολογίας και της Γενετικής.

Για τη σχολική χρονιά 2022-2023 συνολικά περίπου

400 μαθητές και 15 εκπαιδευτικοί (Εικόνα 1) από πολλές διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και από 13 διαφορετικές σχολικές μονάδες και 6 Περιφερειακές Διευθύνσεις Εκπαίδευσης, έλαβαν μέρος με ενεργό συμμετοχή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα «BioSTEM – Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο έρευνας και καινοτομίας Βιολογίας, Μοριακής Βιολογίας και Εξατομικευμένης Θεραπείας» από τη μέρα κοινοποίησης της έγκρισης του εκπαιδευτικού προγράμματος. Θετική ήταν και η ανταπόκριση του ΕΚΦΕ Αργολίδας, κατόπιν συνεννόησης έλαβε χώρα η εκπαιδευτική δράση BioSTEM μεγαλύτερης κλίμακας στις αντίστοιχες περιοχές περιφέρειας Πελοποννήσου.

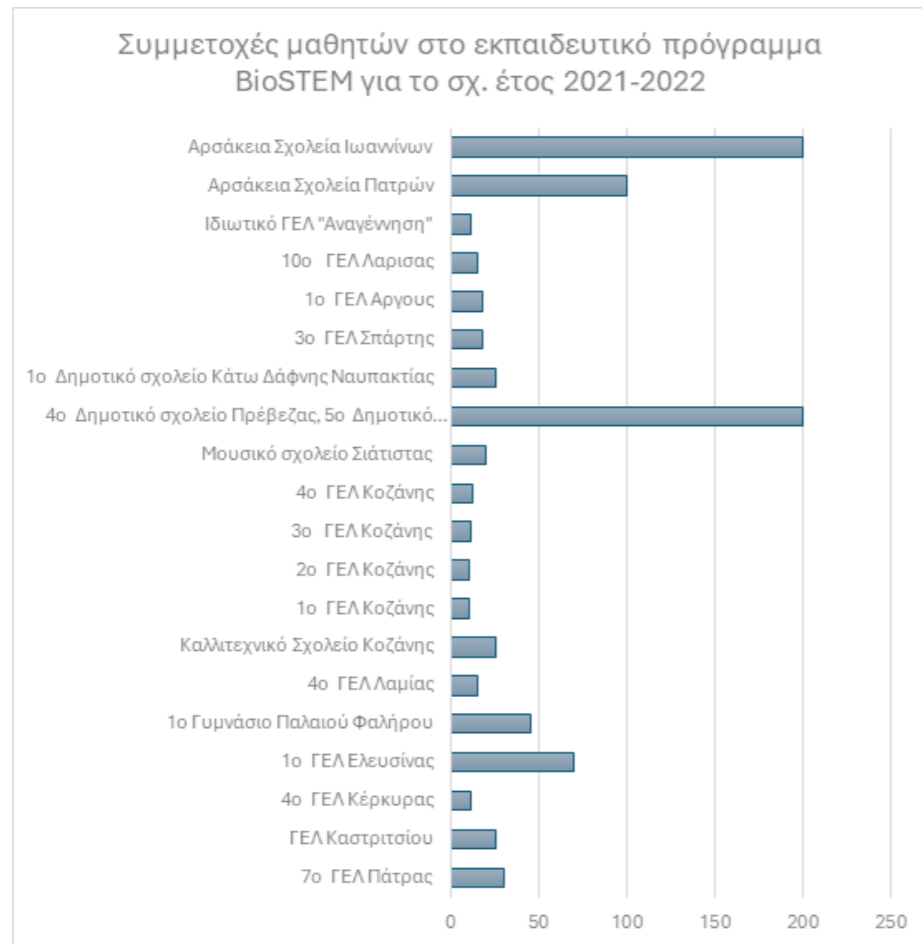
Για τη σχολική χρονιά 2021-2022 συνολικά περίπου



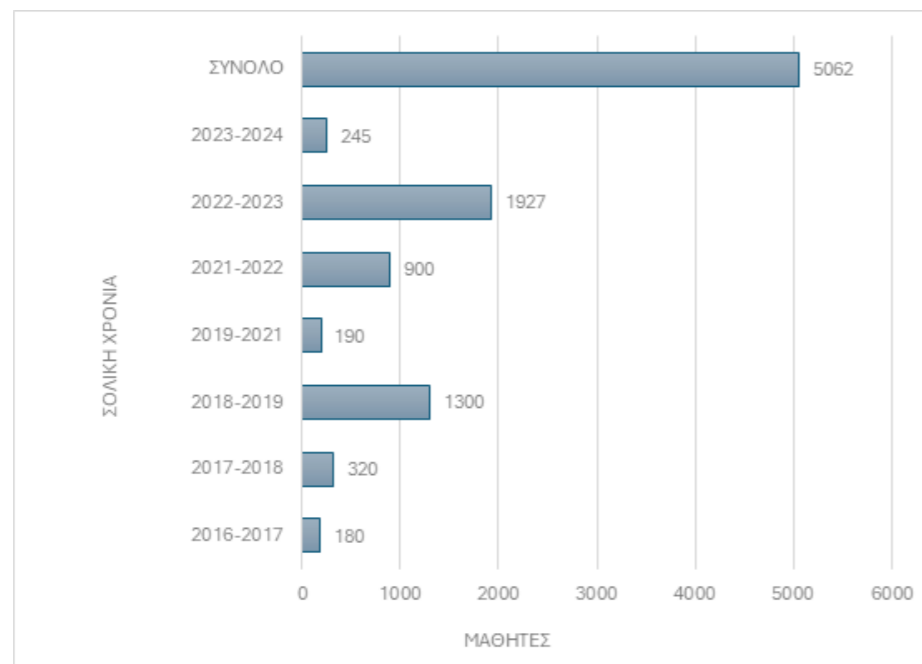
Εικόνα 1. Συμμετοχές μαθητών στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM τη σχολική χρονιά 2022-2023.

900 μαθητές και εκπαιδευτικοί (Εικ. 2) από πολλές διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και από 25 διαφορετικές σχολικές μονάδες, έλαβαν μέρος με ενεργό συμμετοχή στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM είτε δια ζώσης είτε διαδικτυακά (λόγω περιορισμών από την

πανδημία CoViD-19). Συνολικά από το 2016, οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί που έχουν παρακολουθήσει τις εκπαιδευτικές εργαστηριακές ασκήσεις BioSTEM με την ενεργό συμμετοχή τους σε αυτές ξεπερνούν τις 5000 (Εικ. 3, 4).



Εικόνα 2. Συμμετοχές μαθητών ανά σχολική μονάδα στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα ΒιοSTEM για τη σχολική χρονιά 2021-2022.



Εικόνα 3. Συνολικές εργαστηριακές εκπαιδεύσεις μαθητών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από το 2016.



Εικόνα 4α. Στιγμιότυπο από την εκπαίδευση μαθητών Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εργαστηριακή άσκηση της ηλεκτροφόρησης κατά την επίσκεψη σχολείου.



Εικόνα 4ε. Στιγμιότυπο από την εκπαίδευση εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά την επίσκεψη της ομάδας ΒιοSTEM σε συνεργασία με το ΕΚΦΕ Κοζάνης.



Εικόνα 4β. Στιγμιότυπο από την εκπαίδευση μαθητών Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά την επίσκεψη σχολείου.



Εικόνα 4γ. Στιγμιότυπο από την εκπαίδευση μαθητών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κατά την επίσκεψη της ομάδας ΒιοSTEM σε Δημοτικό σχολείο.



Εικόνα 4στ. Στιγμιότυπο από την εκπαίδευση μαθητών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά την επίσκεψη της ομάδας ΒιοSTEM στο Athens Science Festival 2023.

Συζήτηση

Ο Moore και οι συνεργάτες (2014), όρισαν το πλαίσιο των έξι βασικών αρχών για την ποιοτική εκπαίδευση STEM: α) η ενσωμάτωση των μαθηματικών καθώς και άλλων επιστημονικών περιεχομένων στο πρόγραμμα σπουδών των μαθητών, (β) η παιδαγωγική προσέγγιση με επίκεντρο τον σπουδαστή και όχι τον δάσκαλο, (γ) η εμπλοκή και η κινητοποίηση του ίδιου του μαθητή στο μάθημα, δ) η ενσωμάτωση του σχεδιασμού ή του επανασχεδιασμού, (ε) η δυνατότητα των μαθητών να κάνουν λάθη και να μαθαίνουν μέσα από αυτά, και (στ) η εστίαση στην ομαδική εργασία/συνεργασία των σπουδαστών. Οι βασικές αρχές κατά τον Moore και συνεργατών (2014) πληρούνται με το καινοτόμο εκπαιδευτικό εργαλείο BioSTEM και η αποδοχή του BioSTEM εκ μέρους της σχολικής κοινότητας φαίνεται από την επιτυχημένη συνολική πορεία του εκπαιδευτικού προγράμματος κατά τη σχολική χρονιά 2021-2022, τη σχολική χρονιά 2022-2023 και σχολική χρονιά 2023-2024.

Για την αποτελεσματική εφαρμογή της εκπαιδευτικής πολιτικής STEM χρειάζεται η αποδοχή και η σημαντική συμβολή εξειδικευμένων εκπαιδευτικών σε αυτή την παιδαγωγική προσέγγιση, οι οποίοι να μπορούν να κατανοούν την αξία και τη δύναμη της διαδικασίας και να επιτρέπουν στους μαθητές να αποτυγχάνουν και να επιμένουν μέχρι την επίλυση του προβλήματος (McMullin και Reeve, 2014, Gagné, 2007). Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ενθαρρύνουν την κριτική σκέψη και την καινοτομία μέσω των μαθημάτων τους διευκολύνοντας περαιτέρω την κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές (Nadelson και Seifert, 2013). Οι δάσκαλοι προτρέπουν τους μαθητές να σκέπτονται χρησιμοποιώντας υψηλότερες γνωστικές διαδικασίες ακόμη και μέσω της αμφισβήτησης (Bruce-Davis et al., 2014). Οι εκπαιδευτικοί τόσο της ομάδας έργου BioSTEM, όσο και συνολικά οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM, αποκρίθηκαν θετικά τονίζοντας τη σημασία του BioSTEM στη συνολική εκπαιδευτική προσέγγιση του πεδίου πεδίου της Βιολογίας ανά σχολική βαθμίδα κεντρίζοντας με κατάλληλο τρόπο το ενδιαφέρον του μαθητή μέσω ενεργής συμμετοχής των ιδίων στο σύνολο της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Η επικοινωνία της επιστήμης με το ευρύ κοινό (science communication), κρίνεται αναγκαία τόσο για την κατανόηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης όσο και για την γρήγορη και αποτελεσματική διάχυση και αξιοποίηση τους. Η ανάπτυξη δικτύων συνεργασίας της Τριτοβάθμιας με την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση με αντικείμενο την έρευνα, την τεχνολογία και την υλοποίηση κοινών εκπαιδευτικών

και κοινωνικών δράσεων με προσανατολισμό σε επιστήμες STEM, συμβάλλει ουσιαστικά στην σταδιακή και ομαλή ένταξη τους στην εκπαίδευση όπως φάνηκε από την Bojic και τους συνεργάτες της με το μεγάλη απήχησης πρόγραμμα «SUZA, από τα σχολεία στην επιστήμη και την ακαδημαϊκή κοινότητα» (Iva Bojic, et.al., 2015). Η δικτύωση Πανεπιστημίου με σχολεία για την εφαρμογή STEM προσέγγισης της Βιολογίας και Μοριακής Βιολογίας καθώς και πρότυπων σεναρίων διδασκαλίας γίνεται για πρώτη φορά οργανωμένα στην Ελλάδα. Το BioSTEM αποσκοπεί να μειωθεί σημαντικά το εκπαιδευτικό χάσμα περί της Εξατομικευμένης Θεραπείας μεταξύ Βορειοδυτικής-Κεντρικής και Νοτιοανατολικής Ευρώπης αλλά και μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών στην Ευρώπη (Pisanu et al., 2014).

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM αποσκοπεί στην ενίσχυση του υπάρχοντος προγράμματος σπουδών με έμφαση στην STEM προσέγγιση, στην διευκόλυνση του ρόλου του εκπαιδευτικού με έμφαση στα σχολεία απομακρυσμένων περιοχών και την ενθάρρυνση συνεργασίας σχολείου και ευρύτερης κοινωνίας. Η κατανόηση της Βιολογίας μέσω «εκπαίδευσης με τα χέρια, hands-on learning» είναι ο βασικός σκοπός του BioSTEM. Ο πιο άμεσος τρόπος κατανόησης του επιστημονικού πεδίου της Βιολογίας και ενός εργαστηριακού αποτελέσματος είναι μέσω της «εκπαίδευσης με τα χέρια, hands-on learning», και αυτός είναι ο βασικός σκοπός του BioSTEM. Το εκπαιδευτικό αποτέλεσμα και η συνολική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος δείχνει τη μεγάλη απήχηση του BioSTEM στη σχολική κοινότητα και επιπλέον την επίτευξη των βασικών στόχων του. Τέλος, το παρόν εκπαιδευτικό εργαλείο επιδιώκει την ενημέρωση και πληροφόρηση των μαθητών, των κηδεμόνων τους και των εκπαιδευτικών για το πεδίο της Φαρμακογονιδιωματικής και την εφαρμογή αυτής στην εξατομικευση της θεραπείας με δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας και προγραμματισμού εκπαιδευτικών επισκέψεων μέσω του διαδικτυακού τόπου <https://biostem.gr/>

Χρηματοδότηση και ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας για την υποστήριξη και τη χρηματοδότηση του «BioSTEM: Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο έρευνας και καινοτομίας Βιολογίας, Μοριακής Βιολογίας και Εξατομικευμένης Ιατρικής» στο πλαίσιο της 3ης Προκήρυξης Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία»-«Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης». Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι συμμετείχαν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα BioSTEM. ●

ABSTRACT

BioSTEM: An innovative educational tool for research and innovation in the fields of Biology, Molecular Biology and Personalized Medicine for primary and secondary school students

Stavroula Siamoglou¹, Styliani Klavdianou², Vasiliki Gaki², Giannoula Pantazi², George Arlapanos², Athanassios Zaras², Vassilios Kalogerakis², George P. Patrinos^{1,*}

¹Laboratory of Pharmacogenomics and Individualized Therapy, Department of Pharmacy, University of Patras, School of Health Sciences, Patras, Greece.

²Science teacher at secondary school of Greece

The scientific fields of Biology, Molecular Biology and Personalized Medicine are characterized by rapid development, underlining the need for valid information and familiarization of the wider community as early as the student years. For the efficient education of the primary and high school students in the field of Biology, the combination of theoretical and practical education, supported by alternative learning tools, is deemed necessary. The BioSTEM educational tool aims to familiarize students with concepts and experimental procedures of Molecular Biology through a “hands-on training” approach with a fully equipped portable laboratory, transferring the laboratory reality into the classrooms. At the same time, the innovative

educational tools (such as handicrafts, comics, coloring pages, board games and educational teaching scenarios, etc) and the constant communication with the school community nationwide through the website <https://biostem.gr/> ensure the innovation of STEM approach to Biology organized for the first time in Greece. To date over 2000 students, primary and secondary school teachers have attended the BioSTEM educational program from at least 38 different school units in the country. At the same time, BioSTEM aims to inform students, their parents and teachers about the importance of practicing safety rules in a laboratory environment, the analysis of the human genome and the bioethical implications of genetic analyses.

KEY WORDS: BioSTEM, education, school, Biology, Personalized Medicine

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bojic, I., Jaguš, T., Sovic, A., (2015). Selected examples of cooperation between universities and schools in STEM education, DOI: 10.1109/ISECON.2015.7119921
- Belsky, J., & Most, R. K. (1981). From exploration to play: A cross-sectional study of infant free play behavior. *Developmental Psychology*, 17(5), 630–639
- Bruce-Davis, M. N., Gubbins, E. J., Gilson, C. M., Villanueva, M., Foreman, J. L., & Rubenstein, L. D. (2014). STEM high school administrators', teachers', and students' perceptions of curricular and instructional strategies and practices. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 272–306. <https://doi.org/10.1177/1932202X14527952>.
- Fox AL, "The Relationship between Chemical Constitution and Taste," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 18, no. 1, pp. 115–120, Jan. 1932, [PubMed Central:PMC1076170].
- Gagné, F. (2011). Academic talent development and the equity issue in gifted education. *Talent Development and Excellence*, 3(1), 3–22 <http://dnb.info/1011435659/34>.
- Kazempour, M. (2009). Impact of inquiry-based professional development on core conceptions and teaching practices: a case study. *Science Education*, 18(2), 56–68.
- Kricka LJ, et al. (2011). Direct-to-consumer genetic testing: A view from Europe. *Nat Rev Genet*, 12(10):670
- MacFarlane, B. (2016). Infrastructure of comprehensive STEM programming for advanced learners. In
- B. MacFarlane (Ed.), *STEM Education for High-Ability Learners Designing and Implementing Programming* (pp. 139–160). Waco, TX: Prufrock Press.
- McMullin, K., & Reeve, E. (2014). Identifying perceptions that contribute to the development of successful project lead the way pre-engineering programs in Utah. *Journal of Technology Education*, 26(1), 22–46. <https://doi.org/10.21061/jte.v26i1.a2>.
- Mooney, M. A., & Laubach, T. A. (2002). Adventure engineering: a design centered, inquiry based approach to middle grade science and mathematics education. *Journal of Engineering Education*, 91(3), 309–318. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2002.tb00708.x>.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: research into practice*.
- Moustafa, A., Ben-Zvi-Assaraf, O., & Eshach, H. (2013). Do junior high school students perceive their learning environment as constructivist? *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 418–431.