

Αντιβιοτικά και Βακτήρια: Ένα εξελικτικό παιχνίδι

Πιλοτικό μάθημα (και δραστηριότητα με παιχνίδι για την εξέλιξη της ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά) σε τάξεις Γυμνασίου

ΕΡΓΟ 01956/Evo.Res.Con.Edu

Ανάδειξη της εκπαιδευτικής συμβολής της έρευνας και των εννοιών της εξέλιξης - Unraveling the educational potential of the research and concepts of evolution

Αντιβιοτικά και Βακτήρια: Ένα εξελικτικό παιχνίδι

ΠΛΑΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ/ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LUCAS

Διδακτική Ενότητα: Αντιβιοτικά και Μικροβιακή Αντοχή

Προβλεπόμενος Διδακτικός Χρόνος: 2 ώρες

Βασικές Έννοιες:

- Τα **αντιβιοτικά** είναι χημικά μόρια που αναστέλλουν την αύξηση των βακτηρίων είτε θανατώνοντας τα βακτήρια είτε εμποδίζοντας την αναπαραγωγή τους. Μπορούν να συντεθούν με χημικές αντιδράσεις στο εργαστήριο ή να παραχθούν στη φύση από άλλους οργανισμούς. Χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των λοιμώξεων που προκαλούνται από παθογόνα βακτήρια.
- Τα βακτήρια αναπτύσσουν αντοχή στα αντιβιοτικά (**μικροβιακή αντοχή**) λόγω της έκθεσης σε αυτά. Με την έκθεση σε ένα αντιβιοτικό, τα γονίδια ανθεκτικότητας που μπορεί να υπάρχουν σε πολύ μικρό ποσοστό μέσα σε έναν πληθυσμό βακτηρίων θα επικρατήσουν βαθμιαία στον πληθυσμό γιατί το αντιβιοτικό λειτουργεί σαν συνθήκη **φυσικής επιλογής** που ευνοεί τα ανθεκτικά βακτήρια.
- Η υπέρμετρη ή αλόγιστη χρήση αντιβιοτικών οδηγεί σε έξαρση του προβλήματος της μικροβιακής αντοχής και σε συσσώρευση αντιβιοτικών στο περιβάλλον. Οι **λύσεις** για να περιορίσουμε το πρόβλημα είναι η εφαρμογή κανόνων υγιεινής, η ορθολογική χρήση των αντιβιοτικών σύμφωνα με τις ιατρικές οδηγίες, καθώς και η ενίσχυση του φυσιολογικού εντερικού μικροβιώματος με τη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών και του τρόπου ζωής.

Εισαγωγή

Το μάθημα της Βιολογίας είναι ένα από τα μαθήματα που διδάσκεται και στις τρεις τάξεις του γυμνασίου. Το πρόγραμμα LUCAS αποσκοπεί στο να ενισχύσει τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών στα θέματα της βιολογίας, αλλά και διευρύνει περαιτέρω τα ενδιαφέροντά τους πάνω στο αντικείμενο. Στόχος είναι μέσω του προγράμματος οι μαθητές να κατανοήσουν και να εξοικειωθούν με τις βιολογικές έννοιες για να μπορέσουν να συνεχίσουν το ταξίδι της γνώσης στην επιστήμη της βιολογίας. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μαθήματος (**Αντιβιοτικά και Βακτήρια: ένα εξελικτικό παιχνίδι**) θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση οπτικοακουστικών υλικών, φύλλων εργασίας, ερωτηματολογίων και εννοιολογικών χαρτών βασιζόμενοι στις κοινωνικοπολιτισμικές, κοινωνικογνωστικές θεωρίες, εστιάζοντας στις μαθητοκεντρική και συνεργατική μάθηση.

1. Χαρακτηριστικά Προγράμματος

Το πρόγραμμα θα λάβει χώρα στις τάξεις του Γυμνασίου. Μπορεί να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο διδακτικών ωρών των παρακάτω μαθημάτων (ΦΕΚ 3791/Β/13-8-2021):

- Στο μάθημα της **Βιολογίας**, το οποίο διδάσκεται για μία (1) ώρα στην Α' τάξη, μία (1) ώρα στην Β' τάξη και μία (1) ώρα στην Γ' τάξη.
- Στα **Εργαστήρια Δεξιότητων**, το οποίο διδάσκεται για μία (1) ώρα στην Α' τάξη, μία (1) ώρα στην Β' τάξη και μία (1) ώρα στην Γ' τάξη.

II. Διδακτικοί Στόχοι

Το πρόγραμμα θέτει ορισμένους σημαντικούς στόχους για τους μαθητές και τις μαθήτριες. Ο μαθητής/τρια ολοκληρώνοντας τη διδακτική ενότητα θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζει την έννοια και τις πηγές προέλευσης των αντιβιοτικών και να συσχετίζει τα αντιβιοτικά με τη δράση τους.
- Να αναγνωρίζει την αναγκαιότητα της χρήσης των αντιβιοτικών για την αντιμετώπιση λοιμώξεων που προκαλούνται από παθογόνα βακτήρια.
- Να διακρίνει τις θετικές επιδράσεις των αντιβιοτικών από τα προβλήματα που προκύπτουν από την αλόγιστη χρήση τους και να αναγνωρίζει τις επιπτώσεις που έχει η αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών στον άνθρωπο και εν γένει στην κοινωνία.
- Να ορίζει την έννοια της αντοχής των βακτηρίων στα αντιβιοτικά (μικροβιακή αντοχή) και να ερμηνεύει την ανάπτυξη της μικροβιακής αντοχής στα βακτήρια με βάση τη θεωρία της εξέλιξης και τη φυσική επιλογή.
- Να γνωρίζει ότι η αντοχή των βακτηρίων στα αντιβιοτικά είναι σήμερα ένα μεγάλο πρόβλημα για τη δημόσια υγεία και να γνωρίζει λύσεις που μπορούν να υιοθετηθούν για να μετριαστεί το πρόβλημα της αντοχής των βακτηρίων στα αντιβιοτικά.
- Να αναγνωρίζει ότι τα αντιβιοτικά δεν αποτελούν τον μοναδικό τρόπο αντιμετώπισης βακτηριακών λοιμώξεων και ότι αναπτύσσονται συνεχώς καινούργιες στρατηγικές ώστε να παρακάμπτονται τα προβλήματα χρήσης των αντιβιοτικών.

Εκτός των γνωστικών στόχων τίθενται και συναισθηματικοί στόχοι. Αυτοί είναι οι εξής:

- Οι μαθητές και μαθήτριες να αναπτύξουν την προσωπικότητά τους.
- Οι μαθητές και μαθήτριες να καλλιεργήσουν την κριτική τους σκέψη.
- Οι μαθητές και μαθήτριες να ενισχύσουν το αίσθημα συνεργασίας.
- Οι μαθητές και μαθήτριες να αναπτύξουν την ενσυναίσθησή τους.
- Οι μαθητές και μαθήτριες να πάρουν γνώσεις μέσω ενός ενεργητικού, βιωματικού, διερευνητικού και διαθεματικού τρόπου διδασκαλίας.

Οι στόχοι που αφορούν τη χρήση εργαλείων ΤΠΕ είναι:

- Οι μαθητές/μαθήτριες να καλλιεργήσουν δεξιότητες χρήσης ψηφιακών εφαρμογών.
- Οι μαθητές/μαθήτριες να ασκηθούν στην άντληση πληροφοριών από ψηφιακά μέσα.
- Οι μαθητές/μαθήτριες να είναι σε θέση να διασταυρώνουν και να αξιολογούν τις πληροφορίες που βρίσκουν στο διαδίκτυο και, λαμβάνοντας υπόψιν τις πληροφορίες αυτές, να διαμορφώνουν μία εμπεριστατωμένη και σφαιρική άποψη για ένα θέμα.

- Οι μαθητές/μαθήτριες να κατανοήσουν τη χρήση ανοικτών εκπαιδευτικών πόρων και να χρησιμοποιήσουν εκπαιδευτικό υλικό που υπάρχει στα ψηφιακά αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων.
- Οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να αυτοαξιολογηθούν με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων.

III. Χαρακτηριστικά Μαθητικού Κοινού

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα μαθήματος απευθύνεται σε μαθητές/μαθήτριες του γυμνασίου προϋποθέτοντας κάποιες βασικές γνώσεις βιολογίας. Προτείνεται η πιλοτική εφαρμογή του στην Γ' τάξη του γυμνασίου, αλλά θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και σε όλες τις τάξεις του γυμνασίου, από την Α' μέχρι και τη Γ'. Όλα τα τμήματα μπορούν να το παρακολουθήσουν. Θα μπορούσε επίσης να προταθεί για την Α' τάξη του λυκείου. Ανάλογα με το μαθητικό κοινό, το πρόγραμμα θα προσαρμόζεται στις μαθησιακές ανάγκες και απαιτήσεις.

IV. Εκπαιδευτική Θεωρία

Το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί βασιζόμενο σε συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις, ώστε να ωφεληθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι μαθητές και οι μαθήτριες και να μπορέσουν διατηρώντας το ενδιαφέρον τους να κατανοήσουν μερικές βασικές βιολογικές έννοιες.

Μία από αυτές τις διδακτικές προσεγγίσεις είναι ο κοινωνικός εποικοδομητισμός, μία από τις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες που δίνει έμφαση στις βασικές έννοιες αρχίζοντας από το σύνολο και καταλήγοντας στα μέρη του συνόλου. Σύμφωνα με το Lev Vygotsky η σκέψη εμφανίζεται πρώτα ως κοινωνική-επικοινωνική πράξη και αργότερα εσωτερικοποιείται και γίνεται ατομικό κτήμα. Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός περιλαμβάνει την αναπροσαρμογή της διδασκαλίας σύμφωνα με τις ερωτήσεις και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, καθώς ο μαθητής είναι ενεργό μέλος της μαθησιακής διαδικασίας και η μάθηση είναι αλληλεπιδραστική και οικοδομείται πάνω σε αυτά που ήδη γνωρίζουν οι μαθητές, ώστε να αποτελέσουν τη βάση για την απόκτηση νέας γνώσης (McLeod, 2018; Kurt, 2022). Το εποπτικό υλικό περιλαμβάνει ψηφιακές ή άλλες πηγές, εύκολα διαχειρίσιμες από τους μαθητές. Η γνώση είναι δυναμική άρα αλλάζει με τις εμπειρίες. Ο εκπαιδευτικός δεν έχει ρόλο αυθεντίας, αλλά κάνει διάλογο με τους μαθητές και τους αφήνει να αναπτύξουν τον δικό τους τρόπο σκέψης (Γαρμπής-Λαδοβρέχης, 2018).

Η δεύτερη διδακτική προσέγγιση είναι η ομαδοσυνεργατική η οποία ανήκει επίσης στις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες, όπου οι μαθητές εργάζονται κυρίως σε ομάδες τόσο μεταξύ τους, όσο και με τον εκπαιδευτικό. Η ανάπτυξη της νόησης είναι διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Η μάθηση συντελείται μέσα σε συγκεκριμένα πολιτισμικά πλαίσια (γλώσσα, στερεότυπα, αντιλήψεις) και ουσιαστικά δημιουργείται από την αλληλεπίδραση του ατόμου με άλλα άτομα, σε συγκεκριμένες επικοινωνιακές καταστάσεις και μέσω της υλοποίησης κοινών δραστηριοτήτων (συνεργατική μάθηση) (Αναγνωστοπούλου Μ., 2001, Κακανά, 2015). Το άτομο στην διαδικασία αυτή δεν είναι παθητικός δέκτης, αλλά δρών υποκείμενο, που διαμορφώνει με τις πράξεις του τη γνωστική του πραγματικότητα. Ο ρόλος

του εκπαιδευτικού είναι αλληλεπιδραστικός. Σημαντικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι τα αποτελέσματα της συνεργατικής διδασκαλίας είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικά για την ακαδημαϊκή βελτίωση των μαθητών και για την κοινωνικοσυναισθηματική τους ανάπτυξη. Οι Johnson *et al.* (1983) αναφέρουν ότι οι συνεργατικές εμπειρίες προάγουν τις πλέον θετικές διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των μαθητών και διευκολύνουν την αποδοχή κάθε είδους διαφορετικότητας (Johnson *et al.*, 1983; Slavin, 1995).

Φυσικά από το πρόγραμμα δεν μπορεί να λείπει η αξιολόγηση και η αυτοαξιολόγηση, οι οποίες είναι απαραίτητες για να εξαχθούν συμπεράσματα για την επίτευξη των στόχων και επομένως την βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει τα φύλλα εργασίας των μαθητών, τις παρατηρήσεις, και τη συζήτηση με ανοιχτό διάλογο.

V. Διδακτικές Τεχνικές – Μεθοδολογικά Εργαλεία

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω εκπαιδευτικές θεωρίες, θα χρησιμοποιήσουμε συγκεκριμένες διδακτικές τεχνικές για να επιτύχουμε τους στόχους του προγράμματος. Αρχικά, θα πραγματοποιηθεί ο προσανατολισμός των μαθητών και μαθητριών στο θέμα του μαθήματος και οι τεχνικές που θα χρησιμοποιηθούν είναι η εισήγηση και η συζήτηση. Στη συνέχεια, θα επιχειρηθεί η ανάδειξη των ιδεών των μαθητών και μαθητριών και ο εμπλουτισμός αυτών μέσω του διαλόγου, των ερωταποκρίσεων, των ομάδων εργασίας, των διαδραστικών παιχνιδιών και δραστηριοτήτων διερεύνησης. Έπειτα, θα πραγματοποιηθεί η εφαρμογή των νέων ιδεών, η ανασκόπηση – αναστοχασμός και τέλος, η αξιολόγηση.

Η εισήγηση-παρουσίαση αφορά στην παρουσίαση πληροφοριών σε ορισμένο χρόνο και είναι αναγκαία για την εισαγωγή νέων θεμάτων, για τον προβληματισμό των μαθητών και την κινητοποίηση του μαθητικού ενδιαφέροντος. Για να διατηρηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και να διευκολύνει την επεξεργασία των πληροφοριών, η εισήγηση θα πρέπει να είναι συνοπτική και να έχει λογική δομή και εξέλιξη, η οποία να είναι κατανοητή στους μαθητές (Μπέλλου Ι., 2011).

Η συζήτηση-διάλογος επιτρέπει την ανταλλαγή απόψεων μέσα στην ομάδα των μαθητών γύρω από το αντικείμενο μελέτης με στόχο την καλύτερη κατανόηση και παραγωγή συμπερασμάτων. Η συζήτηση είναι αναγκαία, καθώς δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αξιολογήσουν, να αναλύσουν τις διδαχθείσες έννοιες, να παραθέσουν λογικά επιχειρήματα, να δραστηριοποιηθούν νοητικά, να συμμετάσχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, να διαπιστώνουν την αντίδραση των άλλων στις τοποθετήσεις τους και τέλος να έλθουν σε επαφή με τον τρόπο που οι συμμαθητές τους αντιλαμβάνονται τα πράγματα. Οι ερωταποκρίσεις αποτελούν βασικό στοιχείο του διαλόγου (Μπέλλου Ι., 2011). Οι ομάδες εργασίας ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή και αναπτύσσουν τη διαμαθητική επικοινωνία. Οι μαθητές μαθαίνουν να αλληλοβοηθούνται και να καλλιεργούν κοινωνικές αρετές, όπως η ευγένεια, ο αλληλοσεβασμός κ.τ.λ.

Η αξιολόγηση στοχεύει κυρίως στην ανατροφοδότηση σε σχέση με την μαθησιακή διαδικασία και την πορεία επίτευξης των διδακτικών στόχων. Για την αποτίμηση της επίτευξης των διδακτικών στόχων υλοποιείται η αρχική, η διαμορφωτική και η τελική μορφή αξιολόγησης. Με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών αξιολόγησης ελέγχεται η υλοποίηση των στόχων που

έχουν τεθεί. Συγκεκριμένα δίνονται ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου και ερωτήσεις ανάπτυξης που ενεργοποιούν την κριτική σκέψη των μαθητών και μαθητριών, διερευνητικές εργασίες και ρουμπρίκα αυτοαξιολόγησης του μαθητή μέσω φύλλου αξιολόγησης.

VI. Οδηγίες για τον ή την Εκπαιδευτικό

Οι μαθητές και μαθήτριες θα διευκολυνθούν ώστε να δομήσουν την προσωπική τους γνώση και να ενσωματώσουν τη νέα γνώση στις προϋπάρχουσες ιδέες τους. Θα προσφερθούν ευκαιρίες και εμπειρίες για μάθηση που δεν περιλαμβάνουν μόνο απόκτηση ή επέκταση γνώσεων αλλά επίσης αναδιοργάνωση ή απόρριψη των υπαρχουσών γνώσεων καθώς και προώθηση της μάθησης στο πλαίσιο της ομάδας και της τάξης. Θα δοθεί στους μαθητές και στις μαθήτριες αυτονομία, δυνατότητες εμπλοκής, κίνητρα και πρωτοβουλίες, μέσω ερωτημάτων ανοικτού τύπου και ενθάρρυνση του διαλόγου. Στόχος είναι να προωθηθούν οι ανώτερες γνωστικές δεξιότητες και οι ίδιοι οι μαθητές και οι μαθήτριες να έχουν την τελική ευθύνη της μάθησης. Βασικό συστατικό της διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας είναι η ύπαρξη προβλήματος και χαρακτηριστικό της μέσο είναι ο διάλογος. Θα υπάρχει δηλαδή μία αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών/μαθητριών, κατά τον οποίο ο καθένας αναδιαμορφώνει τις απόψεις, γνώσεις και στάσεις του, με βάση τα μηνύματα που δέχεται από τα άλλα μέλη. Συχνά ο/η εκπαιδευτικός με διαδοχικές ερωτήσεις θα κατευθύνει τη σκέψη των μαθητών και μαθητριών προς τον επιδιωκόμενο στόχο. Ένα σημαντικό στοιχείο στην επιτυχία της διδασκαλίας είναι η επιλογή σωστών και κατανοητών ερωτήσεων που δεν περιέχουν την απάντηση.

VII. Υλικά Διδασκαλίας – Εποπτικά Μέσα

Το εποπτικό υλικό περιλαμβάνει ψηφιακές ή άλλες πηγές, εύκολα διαχειρίσιμες από τους μαθητές. Η γνώση είναι δυναμική, άρα αλλάζει με τις εμπειρίες. Έτσι, στα εποπτικά μέσα συγκαταλέγονται εικόνες, διαφάνειες, εκπαιδευτικό λογισμικό, βίντεο, φύλλα εργασίας, φύλλα αξιολόγησης, υλικά για την υλοποίηση της δραστηριότητας παιχνιδιού στην τάξη, υπολογιστής, βιντεοπροβολέας, εργαστηριακός εξοπλισμός.

VIII. Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες

Το μάθημα συνδυάζει την εποπτική παρουσίαση από τον εκπαιδευτικό των βασικών εννοιών που αφορούν τα αντιβιοτικά και τη χρήση τους, την ανάπτυξη της αντοχής των βακτηρίων στα αντιβιοτικά και την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν από την αλόγιστη χρήση των αντιβιοτικών (Davies & Davies, 2010; Hutchings *et al.*, 2019; Pantagia *et al.*, 2022) με μια διαδραστική δραστηριότητα στην τάξη, η οποία περιγράφεται στη συνέχεια. Το θέμα των αντιβιοτικών θα εισαχθεί με σύντομη αναφορά από ολιγόλεπτο βίντεο, με βάση το οποίο θα ζητηθεί από τους μαθητές/μαθήτριες να προτείνουν τις σκέψεις τους σχετικά με τη χρήση των αντιβιοτικών και να απαντήσουν σε σύντομο Ερωτηματολόγιο. Στη συνέχεια, θα γίνει η παρουσίαση του θέματος από τον/την εκπαιδευτικό και η εισαγωγή στη δραστηριότητα του παιχνιδιού προσομοίωσης που θα ακολουθήσει. Ακολουθεί η υλοποίηση της δραστηριότητας

παιχνιδιού από τους μαθητές και τις μαθήτριες με την εποπτεία και καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού/επιβλέποντα. Μετά την ολοκλήρωση της δραστηριότητας, οι μαθητές και οι μαθήτριες συζητούν με τον/την εκπαιδευτικό τα αποτελέσματα που πήραν και απαντούν και πάλι σε σύντομο Ερωτηματολόγιο πριν αποχωρήσουν από την τάξη.

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα που προτείνεται στο πλαίσιο του παρόντος προγράμματος εστιάζει στην εξοικείωση των μαθητών με τις έννοιες γύρω από το θέμα «Αντιβιοτικά και Μικροβιακή Αντοχή». Η δραστηριότητα παρουσιάζει πώς εξελίσσεται η μικροβιακή αντοχή σε έναν πληθυσμό παθογόνων βακτηρίων που είναι υπεύθυνα για μια ασθένεια όταν χρησιμοποιούνται αντιβιοτικά για την καταπολέμηση των συμπτωμάτων της ασθένειας.

Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα θεωρητικό σενάριο σύμφωνα με το οποίο οι μαθητές ή μαθήτριες παρουσιάζουν κάποια συμπτώματα, τα οποία αποδεικνύεται μετά από ιατρική εξέταση ότι οφείλονται σε λοίμωξη από παθογόνα βακτήρια. Για την αντιμετώπιση της λοίμωξης ο ιατρός χορηγεί στους μαθητές/μαθήτριες αντιβιοτικό. Στο σημείο αυτό γίνεται μια σύντομη εισαγωγή στο θέμα των αντιβιοτικών και οι μαθητές και μαθήτριες καλούνται να απαντήσουν σε κάποιες βασικές ερωτήσεις για την κατανόηση βασικών εννοιών, όπως τί είναι τα αντιβιοτικά και πώς δρουν.

Ακολούθως, ξεκινά το διαδραστικό σκέλος της δραστηριότητας. Χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία θα μας βοηθήσουν να δείξουμε με εποπτικό τρόπο την επίδραση του αντιβιοτικού στον πληθυσμό των παθογόνων βακτηρίων καθώς και την ανάπτυξη της μικροβιακής αντοχής στον πληθυσμό αυτόν. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται **οδοντογλυφίδες**, που αντιπροσωπεύουν το αντιβιοτικό το οποίο χορήγησε ο γιατρός, **ζελεδάκια**, που αντιπροσωπεύουν τα παθογόνα βακτήρια, **καραμέλες**, που αντιπροσωπεύουν παθογόνα βακτήρια τα οποία έχουν αποκτήσει αντοχή στο αντιβιοτικό, **ρολόι/κινητό** για την καταμέτρηση του χρόνου μέσα στον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι οδοντογλυφίδες, αντιπροσωπεύοντας την ένταση δράσης σε κάθε δόση του αντιβιοτικού, και μία **κόλλα χαρτί**.

Οι μαθητές και μαθήτριες εργάζονται σε ομάδες των δύο ατόμων και κάθε ομάδα έχει στη διάθεσή της **μία οδοντογλυφίδα, 20 ζελεδάκια, 20 καραμέλες, ένα ρολόι/κινητό και ένα χαρτί**. Σε κάθε ομάδα το ένα μέλος χρονομετρεί και το άλλο μέλος χειρίζεται την οδοντογλυφίδα. Οι μαθητές και/ή μαθήτριες κάθε ομάδας απλώνουν στο χαρτί 6 ζελεδάκια και 1 καραμέλα. Σκοπός τους είναι να χρησιμοποιήσουν την οδοντογλυφίδα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για να τσιμπήσουν όσα περισσότερα ζελεδάκια μπορούν και να τα απομακρύνουν από το χαρτί. Στον πληθυσμό υπάρχουν και βακτήρια με φυσική αντοχή στο αντιβιοτικό (1 καραμέλα), τα οποία φέρουν μια μετάλλαξη που δεν επιτρέπει την δράση του αντιβιοτικού και επομένως δεν μπορούν να σκοτωθούν. Οι καραμέλες δεν μπορούν να απομακρυνθούν από το χαρτί γιατί δεν μπορούν να πιαστούν από την οδοντογλυφίδα. Επομένως, σκοπός των μαθητών της ομάδας είναι να χρησιμοποιήσουν το αντιβιοτικό (την οδοντογλυφίδα), η δόση και η δράση του οποίου αντιπροσωπεύεται με το χρονικό διάστημα που είναι διαθέσιμο, για να σκοτώσουν τα παθογόνα βακτήρια που είναι ευαίσθητα στο αντιβιοτικό (ζελεδάκια), χωρίς όμως να μπορούν να σκοτώσουν τα βακτήρια που έχουν αντοχή στο αντιβιοτικό (καραμέλες).

Στον πρώτο γύρο, που αναφέρεται στην **πρώτη δόση του αντιβιοτικού**, οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους 5 δευτερόλεπτα για να τσιμπήσουν και να απομακρύνουν τα ζελεδάκια από το χαρτί. Μπορούν να τσιμπήσουν και να μεταφέρουν μόνο ένα ζελεδάκι τη φορά, δηλαδή θα

πρέπει πρώτα να απομακρύνουν από το χαρτί το ζελεδάκι που έπιασαν και στη συνέχεια να τσιμπήσουν άλλο ζελεδάκι. Στο τέλος του διαθέσιμου χρόνου καταγράφουν σε έναν πίνακα πόσα ζελεδάκια και πόσες καραμέλες μένουν στο χαρτί μετά τη χορήγηση της πρώτης δόσης.

Μετά τη χορήγηση της πρώτης δόσης αντιβιοτικού (πρώτος γύρος), ορισμένα παθογόνα βακτήρια που είναι ευαίσθητα στο αντιβιοτικό (ζελεδάκια) επιβιώνουν, επειδή η δόση του αντιβιοτικού δεν είναι αρκετά ισχυρή για να σκοτώσει όλα τα βακτήρια. Επίσης, επιβιώνουν τα παθογόνα βακτήρια που διαθέτουν αντοχή στο αντιβιοτικό (καραμέλες). Εκτός από τα παθογόνα που είχαν ήδη αντοχή στο αντιβιοτικό, μπορεί κάποιο παθογόνο βακτήριο να αποκτήσει αντοχή κατά την έκθεση στο αντιβιοτικό που υπάρχει στο περιβάλλον είτε λόγω μετάλλαξης είτε λόγω μεταφοράς γενετικού υλικού από άλλα ανθεκτικά βακτήρια. Για να συμπεριλάβουμε στη δραστηριότητά μας και μια τέτοια περίπτωση, αντικαθιστούμε ένα ζελεδάκι (βακτήριο ευαίσθητο στο αντιβιοτικό) με μία καραμέλα (βακτήριο με αντοχή στο αντιβιοτικό). Στο τέλος κάθε γύρου, επίσης, διπλασιάζουμε τα ζελεδάκια και τις καραμέλες που υπάρχουν στο χαρτί καθώς γνωρίζουμε ότι τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται γρήγορα και ο πληθυσμός των βακτηρίων δε σταματά να αναπαράγεται κατά την έκθεση στο αντιβιοτικό.

Στον δεύτερο γύρο χορηγείται το ίδιο αντιβιοτικό, δηλαδή ο διαθέσιμος χρόνος που έχουν οι μαθητές για να τσιμπήσουν και να απομακρύνουν όσα περισσότερα ζελεδάκια και καραμέλες μπορούν παραμένει στα 5 δευτερόλεπτα (**δεύτερη δόση του ίδιου αντιβιοτικού**). Στο τέλος του γύρου οι μαθητές/μαθήτριες καταγράφουν και πάλι στον πίνακα πόσα ζελεδάκια και πόσες καραμέλες απομένουν στο χαρτί. Στη συνέχεια, διπλασιάζουμε τους αριθμούς αυτούς γιατί τα βακτήρια που απομένουν συνεχίζουν να αναπαράγονται.

Στον τρίτο γύρο χορηγείται αντιβιοτικό με πιο ισχυρή δράση, δηλαδή ο διαθέσιμος χρόνος που έχουν οι μαθητές για να τσιμπήσουν και να απομακρύνουν όσο περισσότερα ζελεδάκια και καραμέλες μπορούν αυξάνεται στα 10 δευτερόλεπτα (**τρίτος γύρος, δόση αντιβιοτικού με πιο ισχυρή δράση**). Στο τέλος του γύρου οι μαθητές/μαθήτριες καταγράφουν και πάλι στον πίνακα πόσα ζελεδάκια και πόσες καραμέλες απομένουν στο χαρτί. Στη συνέχεια, διπλασιάζουμε τους αριθμούς αυτούς γιατί τα βακτήρια συνεχίζουν να αναπαράγονται.

Στον τέταρτο γύρο χορηγείται το αντιβιοτικό με την πιο ισχυρή δράση και ο χρόνος που έχουν οι μαθητές στην διάθεσή τους είναι 10 δευτερόλεπτα (**τέταρτος γύρος, επαναληπτική δόση αντιβιοτικού με πιο ισχυρή δράση**). Στο τέλος του γύρου οι μαθητές/μαθήτριες καταγράφουν και πάλι στον πίνακα πόσα ζελεδάκια και πόσες καραμέλες απομένουν στο χαρτί. Στη συνέχεια, διπλασιάζουμε τους αριθμούς γιατί τα βακτήρια συνεχίζουν να αναπαράγονται.

Στο τέλος της δραστηριότητας οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν ένα γράφημα όπου θα παρουσιάζουν τον πληθυσμό των παθογόνων βακτηρίων που παραμένει στο χαρτί μετά την χορήγηση κάθε δόσης και στην αρχή της επόμενης δόσης, μετά τον διπλασιασμό των βακτηρίων. Στον άξονα Υ καταγράφεται ο γύρος/δόση αντιβιοτικού και στον άξονα Χ ο αριθμός των βακτηρίων που υπάρχουν σε κάθε γύρο. Το γράφημα θα έχει δύο καμπύλες, μία για τα βακτήρια χωρίς αντοχή στο αντιβιοτικό (ζελεδάκια) και μία για τα βακτήρια με αντοχή στο αντιβιοτικό (καραμέλες). Με βάση τα διαγράμματα που θα προκύψουν, οι μαθητές θα απαντήσουν σε σύντομες ερωτήσεις και θα ακολουθήσει συζήτηση για την εμπέδωση των εννοιών που παρουσιάστηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα.

Αυτή η δραστηριότητα παιχνιδιού έχει σχεδιαστεί αντλώντας στοιχεία από μια αντίστοιχη εκπαιδευτική δραστηριότητα που προσφέρεται από το W.K. Kellogg Biological Station, Michigan State University (<https://www.kbs.msu.edu/2017/01/antibiotic-resistance-lesson/>).

Παράλληλα, στο πλαίσιο του προγράμματος προτείνεται μία εργαστηριακή δραστηριότητα, κατά την οποία οι μαθητές και μαθήτριες θα έχουν τη δυνατότητα να επισκεφθούν τις εργαστηριακές εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και να συνδυάσουν την θεωρία που θα παρουσιαστεί στην αίθουσα με την εργαστηριακή πρακτική εφαρμογή.

Η μικροβιακή αντοχή σε έναν πληθυσμό βακτηρίων αποκτάται μεταξύ άλλων με μεταφορά γονιδίων ανθεκτικότητας από βακτήρια ανθεκτικά στο αντιβιοτικό σε βακτήρια ευαίσθητα στο αντιβιοτικό. Η μεταφορά αυτή γίνεται συνήθως μέσω πλασμιδίων. Για να δείξουμε την περίπτωση αυτή στην πράξη, θα υπάρχουν στο εργαστήριο έτοιμες στερεές καλλιέργειες με βακτήρια του είδους *Escherichia coli* που δεν θα έχουν ανθεκτικότητα και βακτήρια *E. coli* που θα έχουν το πλασμίδιο με το γονίδιο ανθεκτικότητας (γονίδιο της β-λακταμάσης, δηλαδή του ενζύμου που απενεργοποιεί τα β-λακταμικά αντιβιοτικά όπως πενικιλίνη και αμπικιλίνη).

Κατά την εργαστηριακή άσκηση, οι μαθητές και μαθήτριες θα παρακολουθήσουν πώς γίνεται η ανίχνευση του γονιδίου ανθεκτικότητας σε καλλιέργειες βακτηρίων ώστε να ανιχνευθούν τα βακτήρια που φέρουν ανθεκτικότητα στο αντιβιοτικό αμπικιλίνη. Για τον σκοπό αυτό θα εφαρμοστούν βασικές τεχνικές μοριακής βιολογίας: θα γίνει προετοιμασία των δειγμάτων των καλλιεργειών με ανάμειξη των κατάλληλων αντιδραστηρίων και διενέργεια αντίδρασης PCR, και προετοιμασία του πηκτώματος αγαρόζης για την ηλεκτροφόρηση των δειγμάτων αυτών μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης PCR για οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

Αυτή η εργαστηριακή δραστηριότητα έχει σχεδιαστεί αντλώντας στοιχεία από αντίστοιχες εργαστηριακές εκπαιδευτικές δραστηριότητες που έχουν προταθεί για σχολικές τάξεις από Πανεπιστήμια των ΗΠΑ (Bell *et al.*, 2016; Longtin *et al.*, 2004).

Βιβλιογραφία

Bell, J. H., Thrun, L., LeBeau, M., Makarevitch, I., Goldberg, J., & Martin, P. (2016). Antibiotic resistance genes detection in environmental samples. *CourseSource* 3 <https://doi.org/10.24918/cs.2016.3>

Davies, J., & Davies, D. (2010). Origins and Evolution of Antibiotic Resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74(3), 417–433. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00016-10>

Hutchings, M., Truman, A., & Wilkinson, B. (2019). Antibiotics: past, present and future. *Current Opinion in Microbiology*, 51, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Maruyama, G. M. (1983). Interdependence and interpersonal attraction among heterogeneous and homogeneous individuals: A theoretical formulation and a meta-analysis of the research. *Rev. Edu. Res.* 53, 5-54. <https://doi.org/10.2307/1170325>

Longtin, S., Guifoile, P., & Asper, A. (2004). Genotypic detection of antibiotic resistance in *Escherichia coli*: a classroom exercise. *Journal of Biological Education*, 39:1, 32-34. <https://doi.org/10.1080/00219266.2004.9655952>

Kurt, S. (2022). Vygotsky's theories and how to incorporate Vygotsky's theories in the classroom. *Education Library*. <https://educationlibrary.org/vygotskys-theories-and-how-to-incorporate-vygotskys-theories-in-the-classroom/>

McLeod, S. (2018). Lev Vygotsky. <https://www.simplypsychology.org/vygotsky.html>

Patangia DV, Anthony Ryan C, Dempsey E, Paul Ross R, Stanton C (2022). Impact of antibiotics on the human microbiome and consequences for host health. *Microbiology Open* 11(1):e1260. <https://doi.org/10.1002/mbo3.1260>

Salvin R. E. (1995). Cooperative learning: Theory, research, and practice. *2nd edition*. Allyn & Bacon, Boston.

Αναγνωστοπούλου Μ., (2001). Ομαδική διδασκαλία στην εκπαίδευση, Μια θεωρητική και εμπειρική προσέγγιση, Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Γαρμπής-Λαδοβρέχης Α. (2018). Θεωρίες μάθησης και εφαρμογή σε εκπαιδευτικό λογισμικό. Μεταπτυχιακή Διατριβή. [Garbis-Ladovrechis_Andreas.pdf \(unipi.gr\)](#)

Κακανά Δ. Μ., (2015): Η Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία και Μάθηση: Θεωρητικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικές προοπτικές. Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Μπέλλου Ι., (2011), Διδακτικές Τεχνικές, Σχολ. Συμβ. Πληροφορικής Ν. Ιωαννίνων και Άρτας, Αναρτήθηκε από <http://users.sch.gr/ibellou/articles/TeachingStrategies.pdf>

Διάφορες Πηγές

Φύλλα Εφημερίδας της Κυβέρνησης

Αριθμ. 94207/Δ2. *Ωρολόγιο Προγραμμάτων μαθημάτων των Α', Β' και Γ' τάξεων του Ημερησίου Γυμνασίου*. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 3791/Β/13-8-2021).