



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Progetto di divulgazione scientifica per le scuole a.s. 2022-2023

Proposte per gli studenti

Esperienze della durata di una mattinata, con la possibilità di tornare dopo 15 giorni o un mese per le attività che prevedono uno sviluppo ed una nuova osservazione, organizzate secondo 8 percorsi diversi.

Percorso 1: La microbiologia

Lezione di un'ora sulla storia delle scienze pasteuriane e loro importanza per la società.

Esperienza 1: **Il mondo (è) dei batteri**

Obiettivo: dimostrare agli studenti che i batteri sono i più ubiquitari tra gli organismi viventi, e che li possiamo ritrovare negli ambienti più disparati, spesso con effetti importanti su interi ecosistemi

Esperienza: allestire prove di coltivazione su piastra per evidenziare la presenza dei batteri in diversi ambienti.

Esperienza 2: **Introduzione al mondo dei batteri**

Tecniche di coltivazione e osservazione al microscopio dei batteri e saggi di resistenza agli antibiotici.

Percorso 2: Il ciclo cellulare

Lezione di un'ora sulla cellula degli organismi superiori, la loro divisione (mitosi e meiosi), i cromosomi.

Esperienza 1: **Mitosi**

Obiettivo: fornire agli studenti la possibilità di praticare alcune delle tecniche più aggiornate di biologia cellulare, attraverso l'allestimento e l'osservazione *in vivo* di preparati cellulari che esprimono proteine fluorescenti.

Esperienza: Preparazione di vetrini mediante tecnica *air drying* a partire da preparazioni *in vitro* di cellule di *Drosophila* (moscerino della frutta) che esprimono tubulina e istoni fusi



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

con proteine fluorescenti (*Green Fluorescent Protein* o *Red Fluorescent Protein*) che consentono di identificare all'interno della cellula i microtubuli e la cromatina. I preparati verranno poi osservati al microscopio per mettere in evidenza il comportamento dinamico dei microtubuli del fuso mitotico e dei cromosomi durante la divisione cellulare.

Esperienza 2: **Cromosomi**

Obiettivo: mostrare agli studenti la morfologia dei cromosomi durante le varie fasi del ciclo cellulare.

Esperienza: preparazione e osservazione al microscopio di cromosomi mitotici, meiotici ed interfasici di *Drosophila*.

Percorso 3: L'ereditarietà

Lezione di un'ora sulle leggi di Mendel, concetto di gene, meccanismi genetici dell'ereditarietà;

Esperienza 1: **La mutazione**

Obiettivo: mostrare agli studenti che la variabilità degli individui all'interno di una popolazione, oltre che tra popolazioni, può essere dovuta ad errori nel DNA, sia spontanei che indotti.

Esperienza: osservazione degli stadi di sviluppo e delle caratteristiche fenotipiche dei moscerini; identificazione dei mutanti allo stereoscopio.

Esperienza 2: **Leggi di Mendel ed eredità legata al sesso**

Obiettivo: spiegare agli studenti le leggi dell'ereditarietà riproponendo gli esperimenti di Mendel con l'utilizzo del moscerino della frutta al posto dei piselli.

Esperienza: incrociare moscerini omozigoti per alcune mutazioni morfologiche, attendere due generazioni, contare la progenie con diverso fenotipo e analizzare i risultati.

Esperienza 3: **La variabilità genetica**

Obiettivo: mostrare agli studenti un esempio di variabilità genetica tra individui facendo riferimento alla genetica del gusto negli umani.

Esperienza: proporre agli studenti di assaggiare alcune sostanze innocue, come il sodio benzoato, l'aloina, la salicina o il prop, il cui sapore varia a seconda della propria costituzione genetica, fare un saggio di popolazione e analizzare i risultati.



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Percorso 4: Biotecnologie

Lezione di un'ora sulla scoperta del DNA, le tecniche di biologia molecolare e le sue applicazioni nella ricerca di base e nella ricerca applicata

Esperienza 1: Estrazione del DNA da cellule della mucosa della bocca

Obiettivo: mostrare agli studenti la natura filamentosa delle molecole di acidi nucleici.

Esperienza: estrazione del DNA a partire da cellule contenute nella saliva o nei follicoli dei capelli. Ogni studente viene coinvolto nella raccolta della propria saliva e nella messa in atto di tutti i passaggi che portano all'estrazione del DNA dalle cellule in essa contenute, mediante l'utilizzo delle tecniche di base della biologia molecolare. Il DNA così prodotto potrà essere portato via e conservato per molto tempo.

Esperienza 2: La PCR

Obiettivo: Mostrare agli studenti la tecnica che ha rivoluzionato la biologia molecolare e le biotecnologie: la PCR (Polymerase Chain Reaction).

Esperienza: ogni studente viene coinvolto nella raccolta del proprio campione di saliva, nell'estrazione del proprio DNA dalle cellule in essa contenute e nella sua "amplificazione" mediante la reazione di PCR. Verrà amplificato un particolare tratto del cromosoma 16 molto "variabile" nella popolazione umana. In questo modo potranno familiarizzare con alcuni aspetti fondamentali della genetica (come l'omozigosi e l'eterozigosi) e della genetica di popolazioni (come la frequenza genica). Inoltre, potranno sperimentare una delle tecniche più importanti della biologia molecolare: la separazione tramite elettroforesi su gel.

Esperienza 3: Il DNA "fingerprint "

Obiettivo: mostrare agli studenti come ottenere mappe del DNA in grado di identificare i singoli individui, così come fa un'impronta digitale a livello macroscopico (da cui il termine "fingerprint").

Esperienza: i campioni di DNA a disposizione (uno ipoteticamente prelevato dalla scena del crimine e cinque appartenenti a potenziali sospetti) vengono digeriti con "enzimi di restrizione", in grado di riconoscere e tagliare sequenze di DNA molto specifiche e diverse tra i vari individui di una popolazione. La "visualizzazione" del DNA e della sua diversità tra le varie persone verrà ottenuta tramite una delle tecniche più utilizzate nella biologia molecolare: l'elettroforesi su gel. In questo modo gli studenti potranno direttamente individuare il potenziale "assassino" tra i cinque "sospettati".

Esperienza 4: Produzione di organismi transgenici (1)



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Obiettivo: mostrare agli studenti come si produce un Organismo Geneticamente Modificato (OGM). Discutere come l'utilizzo di modelli animali geneticamente modificati abbia permesso di comprendere la funzione dei geni (nel corso dello sviluppo embrionale e nel mantenimento dell'omeostasi tissutale).

Esperienza: osservazione di topi geneticamente modificati; visita allo stabulario e alle strutture annesse; osservazione di colture cellulari ottenute dai topi normali e transgenici.

Esperienza 5: **Produzione di organismi transgenici (2)**

Obiettivo: mostrare agli studenti come si ottengono piante geneticamente modificate capaci di resistere alle malattie.

Esperienza: i ragazzi assisteranno ad alcune delle tappe principali della procedura di generazione di una pianta geneticamente modificata. Verranno condotti esperimenti che mostrano come piante trasformate con geni vegetali attivino più efficacemente le risposte di difesa e siano più resistenti alle infezioni, pur mantenendo inalterate le caratteristiche originarie.

Percorso 5: Evoluzione

Lezione di un'ora sulla struttura, funzione ed evoluzione degli organismi viventi. Introduzione agli organismi modello.

Esperienza 1: **Mutazione**

Obiettivo: mostrare agli studenti che la variabilità degli individui all'interno di una popolazione, oltre che tra popolazioni, può essere dovuta ad errori nel DNA, sia spontanei che indotti.

Esperienza: osservazione degli stadi di sviluppo dei moscerini; identificazione dei mutanti allo stereoscopio.

Esperienza 2: **Organismi viventi**

Obiettivo: illustrare i meccanismi evolutivi ponendo l'attenzione sugli adattamenti connessi alla locomozione.

Esperienza: visita al Parco Faunistico di Piano dell'Abatino (www.parcoabatino.org) per osservare gli animali in rapporto alla loro deambulazione: andatura bipede e quadrupede, la



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

brachiazione e altre specificità di locomozione come quella del canguro, del pipistrello, dell'emù e altre ancora. Verrà sottolineato come la selezione naturale abbia favorito diverse forme di deambulazione, facendo riferimento alla filogenesi.

**Esperienza 3: Evoluzione nei meccanismi di rigenerazione e riparo.
Le cellule staminali, dal mito di Prometeo alla medicina rigenerativa**

Obiettivo: discutere dei meccanismi cellulari e molecolari che sono alla base della rigenerazione e riparo di un tessuto danneggiato, cercando di rispondere a queste domande: Che cosa distingue un tessuto capace di rigenerare rispetto ad un altro con delle limitazioni rigenerative? Perché alcune specie (idra, anfibi, urodeli) rigenerano meglio di altre (mammiferi superiori, uomo compreso)?

La biologia delle cellule staminali, le loro potenzialità terapeutiche e le loro limitazioni. Discutere come l'utilizzo di modelli animali geneticamente modificati abbia permesso di comprendere la funzione dei geni (nel corso dello sviluppo embrionale e nel mantenimento dell'omeostasi tissutale).

Esperienza: osservazione di topi geneticamente modificati; visita allo stabulario e alle strutture annesse; osservazione di colture cellulari ottenute dai topi normali e transgenici.

Percorso 6: Neurofisiologia

Incontro in laboratorio sul tema: meccanismi di comunicazione tra cellule del sistema nervoso.

Esperienza 1: Utilizzo di ovociti di rana *Xenopus Laevis* per lo studio della funzione di recettori per neurotrasmettitori.

I ragazzi potranno assistere all'isolamento di ovociti di rana, alla microiniezione di membrane cerebrali, all'isolamento delle membrane, alla registrazione di correnti ioniche indotte dalla stimolazione di recettori per il GABA "microtrapiantati" negli ovociti.

Esperienza 2: Metodi per la misura della concentrazione di calcio intracellulare in neuroni in coltura.



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Sarà possibile osservare neuroni ottenuti dall'ippocampo di topo e colorati con metodi di immunostochimica per riconoscere le diverse popolazioni cellulari presenti in coltura (neuroni, astrociti, microglia). Si effettueranno esperimenti di stimolazione di recettori ionotropi e metabotropi per neurotrasmettitori per visualizzare le differenze cinetiche di aumento della concentrazione intracellulare di calcio quando questo provenga dall'esterno o dall'interno della cellula.

Esperienza 3: Metodi fluorescenti per osservare il movimento di cellule nel cervello di topi transgenici.

Saranno utilizzati tessuti cerebrali provenienti da animali transgenici che esprimano la proteina fluorescente GFP (green fluorescent protein) in tipi cellulari specifici e si effettueranno esperimenti di microstimolazione con ATP (adenosintrifosfato) per osservare il movimento di cellule microgliali nel cervello.

Percorso 7: Vita nella biosfera

Obiettivo: illustrare il destino di una foglia morta. Quali organismi ne pilotano la decomposizione? (ogni studente potrà svolgere la propria esperienza con microbi ed animali).

Esperienza 1: Decomposizione

- Osservazione in capsule del destino delle foglie appena cadute. Saranno evidenziati (i) il processo di demolizione della materia organica nelle sue fasi principali (ii) gli operatori biologici del processo di decomposizione (microfunghi e invertebrati detritivori che interagiscono).

- Calcolo semplificato del tasso di decomposizione per materiali biologici di diversa origine (vegetale e animale). Lo studente sarà messo in grado di prevedere il tempo necessario alla demolizione biologica delle sostanze complesse (es.: lignina).

Esperienza 2: Equilibrio ecologico

Preparazione di microcosmi con produttori primari (microalghe) e con consumatori per la ricerca dei rapporti numerici tra le specie che mantengono un ecosistema in equilibrio tra produzione e consumo.



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Percorso 8: Alimenti e Alimentazione

Lezione di un'ora sull'origine della scienza degli alimenti, della scienza dell'alimentazione e della nutrizione umana:

Alimentazione e storia naturale dell'uomo

Alimenti che originano calorie e alimenti non calorici (le fibre alimentari)

Alimenti ottenuti per fermentazione

Alimenti naturali e non

Alimenti funzionali

Intolleranze e allergie alimentari

Patologie a trasmissione alimentare

Esperienza 1: l'invecchiamento degli alimenti

Obiettivo: mostrare agli studenti che un alimento è di fatto un tessuto di origine biologica e come tale sottoposto a processi metabolici di invecchiamento, alcuni dei quali in contrasto con la loro funzione/valore nutrizionale.

Esperienza: attività sperimentale che si esaurisce in una mezza giornata sulla reazione di Maillard e i prodotti AGE e altre reazioni enzimatiche di trasformazione degli alimenti

Esperienza 2. Progettazione e preparazione di un alimento

Obiettivo: spiegare agli studenti come le conoscenze sui principi dell'alimentazione e della nutrizione guidino oggi verso la progettazione di nuovi alimenti.

Esperienza: Produzione di una bibita coca-cola simile



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Oltre ai percorsi formativi, saranno organizzati i seguenti seminari dedicati agli studenti degli ultimi due anni di Liceo.

In base al numero delle richieste di partecipazione, le conferenze potranno aver luogo anche presso le varie sedi scolastiche.

1) Lezioni di ambito immunologico

- **La risposta immunitaria e le malattie a base immunologica.**

2) Lezioni di ambito microbiologico

- **Come i batteri imboccano la cattiva strada**

L'acquisizione per trasferimento genico orizzontale di geni di virulenza tramite plasmidi, trasposoni, integroni e PAI per tracciare il percorso evolutivo di microrganismi patogeni da progenitori non patogeni.

- **I batteri in società : i biofilm**

Come nasce una comunità microbica, come comunicano i batteri e quali sono i vantaggi della vita in biofilm.

- **Il Microbioma**

La simbiosi tra molti organismi viventi e i batteri che con loro si sono evoluti, fino a influenzare la speciazione (comparsa di nuove specie) si sta rivelando un campo di studio estremamente affascinante. Per questo motivo lo "Human Microbiome Project" sta cercando di colmare la grande carenza di conoscenze su chi sono i "nostri inquilini" e come influenzano il nostro benessere

3) Lezioni di ambito microbiologico/parassitologico

- **Le zanzare non sono solo un fastidio.**

Ciclo di sviluppo (eventualmente con dimostrazioni dal vivo durante la conferenza), meccanismi di associazione con l'uomo, trasmissione di patogeni umani con particolare riferimento alla malaria.



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

- **Il parassitismo: un fantastico esempio di evoluzione.**

Esempi di co-evoluzione ospite-parassita, dal parassitismo al commensalismo/mutualismo.

CONFERENZA-DIBATTITO

- **La terribile storia del dottor Semmelweis**

Paradigma di una scoperta scientifica innovativa (molto, forse troppo).

Nel corso della conferenza verranno sviluppati i seguenti temi:

- Il metodo alla base della scoperta, descrizione dei fenomeni e chiarimento delle cause.
- La Fenomenologia ed i meccanismi molecolari.
- L'impatto della tecnologia.
- I microbi prima di Pasteur.
- Modelli sperimentali.
- Comunicazione di una scoperta.
- Scoperta e senso comune.
- Perché "l'Accademia" a volte reagisce male.
- Strumenti e metodologie di comunicazione.
- Come reagire di fronte ad una "novità culturale".
- **Fidarsi e diffidare: Errore, Frode e/o Grande scoperta.**

Proposte per gli insegnanti

- Corsi di aggiornamento della durata di un mese (un giorno a settimana per cinque settimane) con lezioni teoriche di Genetica formale, Genetica e biologia dello sviluppo, Genetica umana, Biologia molecolare ed evolutiva, Ecologia e Neurobiologia, accompagnate da procedure sperimentali semplici da riproporre in classe.
- Corsi di aggiornamento della durata di un giorno o due su argomenti di interesse sociale: organismi geneticamente modificati, cellule staminali, clonazione, malattie genetiche, cancro, effetti neurobiologici delle droghe e dell'alcol, **alimentazione e metabolismo ecc.**

Genetica formale:

Le leggi di Mendel e l'ereditarietà
Il concetto di gene e la teoria cromosomica
Gli organismi modello per lo studio dell'ereditarietà



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Le mutazioni, la ricombinazione e i meccanismi genetici nell'evoluzione dei genomi

Genetica dello sviluppo:

Concetti fondamentali dello sviluppo
Organismi modello per lo studio dello sviluppo
Costruzione del pattern corporeo
Biologia evolutiva dello sviluppo

Genetica umana:

Variabilità genetica nell'uomo
Identificazione di un polimorfismo genetico
Meccanismi evolutivi nell'uomo

Biologia molecolare:

DNA, tutti ne parlano, ma chi lo ha visto?
Struttura del DNA e sue implicazioni funzionali
Struttura e funzione del gene
Dal gene alla proteina
Manipolazioni del DNA

Biotecnologie:

Biotecnologie: applicazioni diagnostiche, forensiche e paleobiologiche
La PCR (Polymerase Chain Reaction), una tecnica da premio Nobel
Polimorfismo delle sequenze Alu e impronta digitale del DNA (*DNA fingerprint*)

Genomica:

Struttura e complessità del genoma
Sequenziamento dei genomi
Assegnare una funzione ad ogni gene: genomica funzionale

Biologia evolutivista:



ISTITUTO PASTEUR ITALIA
FONDAZIONE CENCI BOLOGNETTI

Teorie evolutive e l'origine delle specie
Evoluzione molecolare
Origine della vita e del codice genetico

Ecologia:

L'ecosistema (*perché nessuna specie può vivere in isolamento?*)
La produttività (*dal Sole e nutrienti alle biomasse*)
La decomposizione (*dalle biomasse ai nutrienti*)
Le reti trofiche (*siamo tutti molto vicini*)

Biochimica metabolica

Classificazione degli ormoni
Biosegnalazione
Metabolismo tissutale
Regolazione ormonale del metabolismo: il digiuno
Obesità, sindrome metabolica e diabete di tipo 2

Neuroscienze:

Psicobiologia delle emozioni
Psicobiologia della memoria