

REGIONE
TOSCANA



**Iniziativa realizzata con il contributo della
Regione Toscana nell'ambito del progetto**

Rete Scuole LSS
a.s. 2016/2017

...SULLE ORME DI MENDEL...



*La scoperta delle leggi dell'ereditarietà dei caratteri
a partire dalla scelta degli organismi su cui condurre
lo studio*

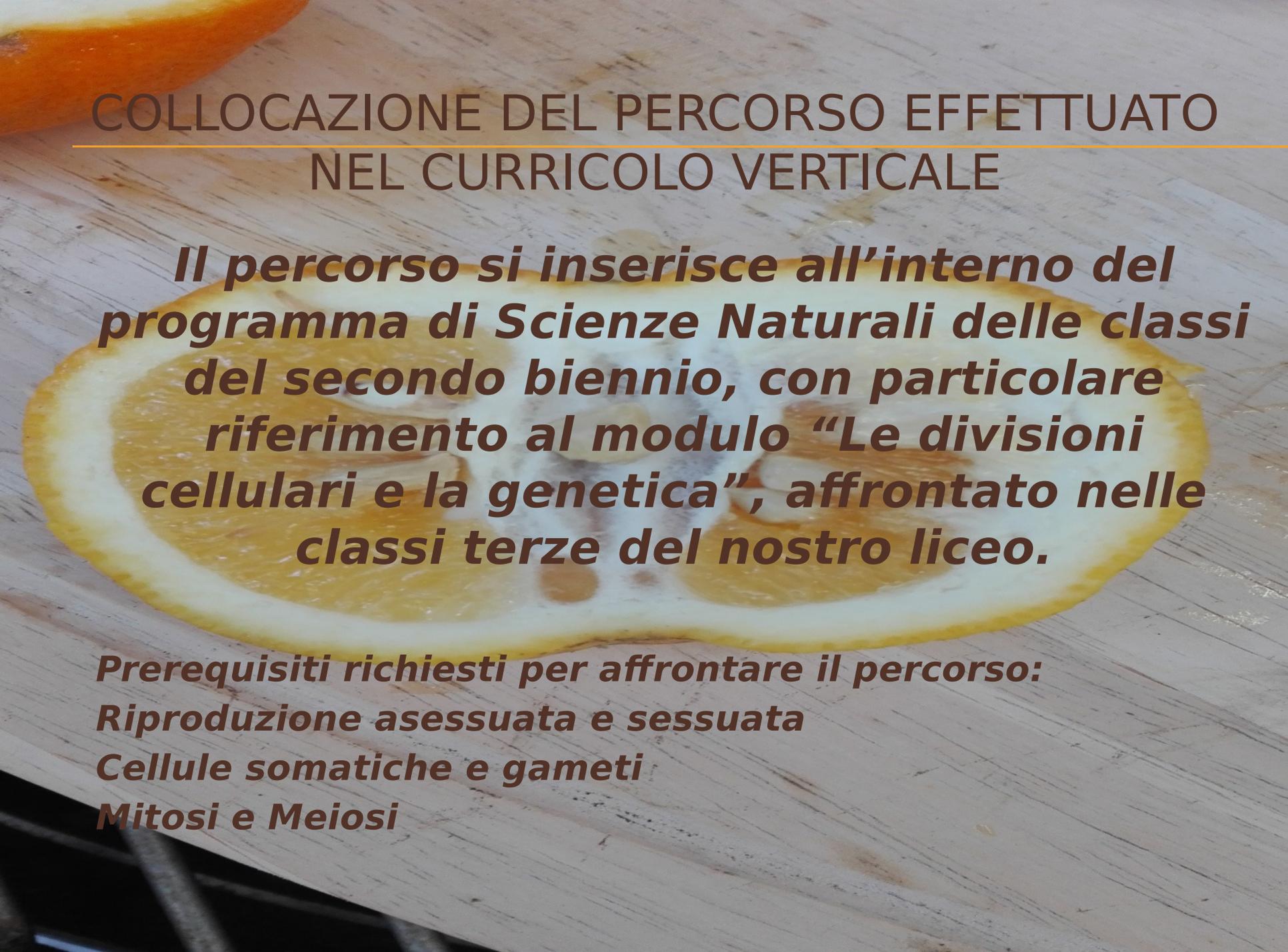
**Liceo scientifico statale "E. Fermi" -
Cecina**

Classi 3A Scienze Umane, 3B e 3C Linguistico

**Proff. Belinda Arrighetti, Gianna Bracaloni, Salvatore
Ganci, Patrizia Pilegi**

Assistente di laboratorio: Giuseppe Di Bari



A slice of orange is placed on a light-colored wooden cutting board. The orange slice is the central focus, showing its segments and the white pith. The background is the natural grain of the wood.

COLLOCAZIONE DEL PERCORSO EFFETTUATO NEL CURRICOLO VERTICALE

Il percorso si inserisce all'interno del programma di Scienze Naturali delle classi del secondo biennio, con particolare riferimento al modulo "Le divisioni cellulari e la genetica", affrontato nelle classi terze del nostro liceo.

Prerequisiti richiesti per affrontare il percorso:

Riproduzione a sessuata e sessuata

Cellule somatiche e gameti

Mitosi e Meiosi

OBIETTIVI ESSENZIALI DI APPRENDIMENTO

Applicare il metodo scientifico sperimentale

Essere in grado di scegliere il tipo di organismo vivente ideale per la realizzazione della ricerca sulla ereditarietà dei caratteri

Comprendere l'importanza della tecnica di riproduzione per impollinazione artificiale realizzata da Mendel

Descrivere le fasi del ciclo vitale di una angiosperma, cogliendo la loro consequenzialità

Riconoscere la relazione tra "fattori" e "caratteri"

Comprendere l'importanza della raccolta dei dati e della loro organizzazione in funzione della successiva elaborazione

Riconoscere l'importanza della fase di interpretazione dei risultati sperimentali

Ricavare conclusioni da dati raccolti tramite esperimenti

Collaborare con i compagni di classe ed i docenti per raggiungere un obiettivo di gruppo

METODOLOGIA UTILIZZATA

Prima Fase: approccio al problema e scelta della specie da studiare

Seconda Fase: ricerca sul campo e analisi in laboratorio di fiori, frutti e semi

Terza fase: presentazione dei dati raccolti da Mendel e proposta della analisi matematica

Quarta fase: elaborazione dei dati e definizione delle tre leggi della genetica classica

MATERIALI, APPARECCHI E STRUMENTI UTILIZZATI

Materiali

Quaderno, penne, matite, fiori, frutti, semi di varie specie vegetali spontanee e coltivate, sacchetti di plastica, scatole di cartone e plexiglass, acqua distillata, carta assorbente, vetrini portaoggetti, vetrini da orologio, pennellini, cotton fioc

Apparecchi

LIM, macchina fotografica, fotocamera dei telefoni cellulari, frigorifero

Strumenti

Forbici, bisturi, lente di ingrandimento, stereomicroscopio, microscopio ottico

AMBIENTI IN CUI E' STATO SVILUPPATO IL PERCORSO

La fase di progettazione, e quella corrispondente alla prima fase, così come parte della elaborazione dei dati sono state realizzate nelle aule delle classi coinvolte, nella biblioteca e in aula computer.

Una parte della seconda fase è stata condotta nel laboratorio di Scienze.

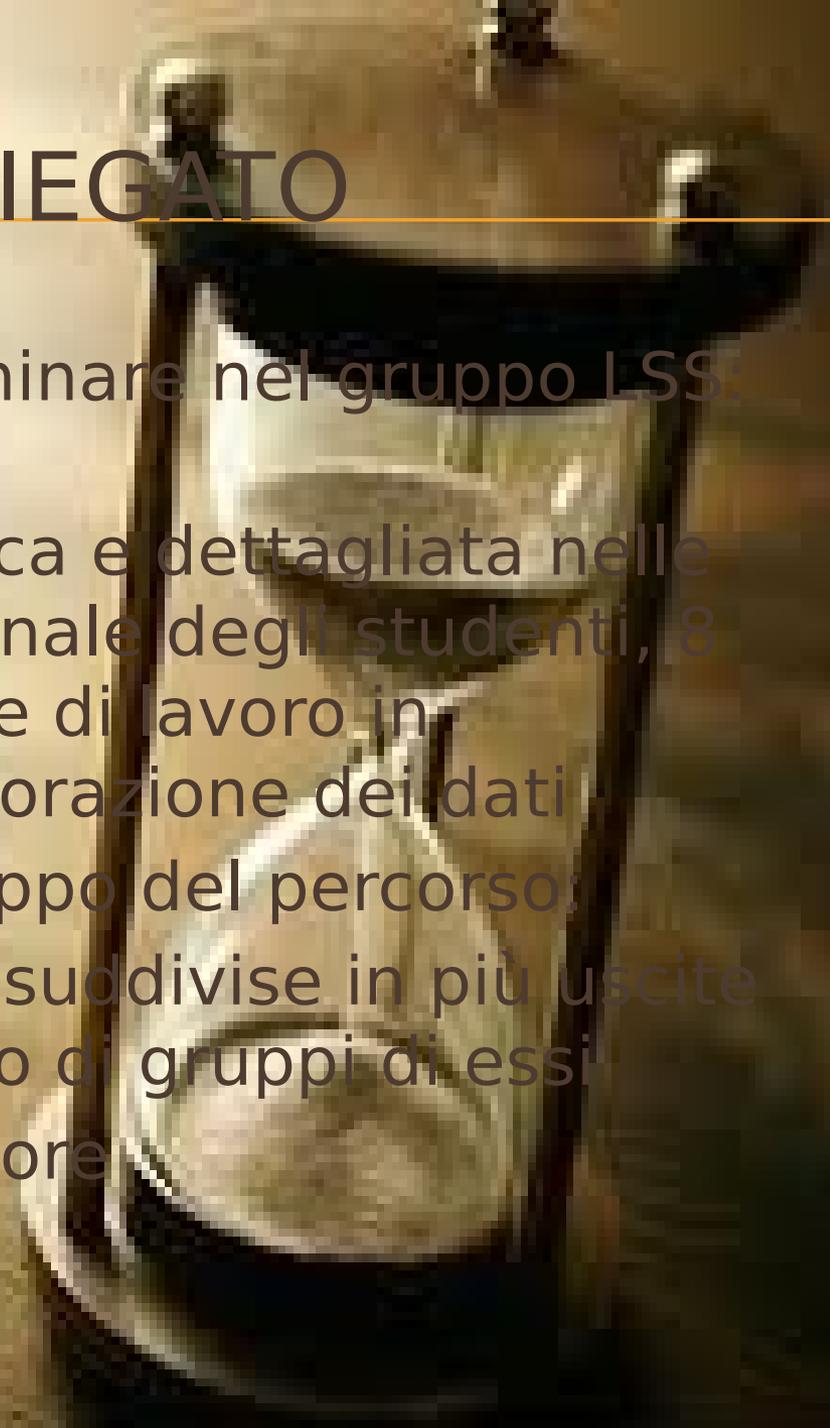
La fase di campionamento di fiori, frutti e semi è stata realizzata all'esterno, dagli alunni, come attività individuale e/o di gruppo (aree comprese tra Rosignano Marittimo, Cecina, Castagneto Carducci, Bolgheri, San Vincenzo e Piombino), nei giardini e negli orti privati, nei boschi o nel giardino della scuola.

TEMPO IMPIEGATO

Per la messa a punto preliminare nel gruppo LSS:
6 ore

Per la progettazione specifica e dettagliata nelle
classi: 6 ore di lavoro personale degli studenti, 8
ore di lezione in aula e 3 ore di lavoro in
laboratorio; 2 ore per l'elaborazione dei dati

Tempo extra-scuola di sviluppo del percorso:
per le uscite esterne: 8 ore suddivise in più uscite
sul campo di singoli alunni o di gruppi di essi
per la documentazione: 10 ore



ALTRE INFORMAZIONI

Il percorso è stato realizzato in parallelo nelle tre classi terze che, in alcuni casi, hanno lavorato effettivamente insieme. Questo non è stato sempre possibile a causa del numero complessivo degli alunni coinvolti, pari a 72. Il confronto e la “contaminazione” tra le esperienze fatte dai diversi gruppi appartenenti alle tre classi sono stati favoriti il più possibile dai docenti e si sono rivelati ottimi elementi di spunto nell’elaborazione di ipotesi e nella ricerca di soluzioni pratiche.

Gli alunni hanno concluso il loro lavoro con verifiche semistrutturate in cui si sono confrontati con prove autentiche diversificate nelle tre classi.

PONIAMOCI IL PROBLEMA

Prima di iniziare *ufficialmente* il percorso agli studenti è stato chiesto di sgomberare la mente, di lasciar perdere tutte le conoscenze “moderne” su DNA, cromosomi, geni e genoma e di immaginare di trovarsi a vivere nella metà del 1800...

Le classi sono state suddivise in gruppi di massimo 4 alunni, che si sono organizzati in funzione delle zone di residenza, così da poter collaborare più facilmente nello svolgimento dei compiti assegnati per casa.

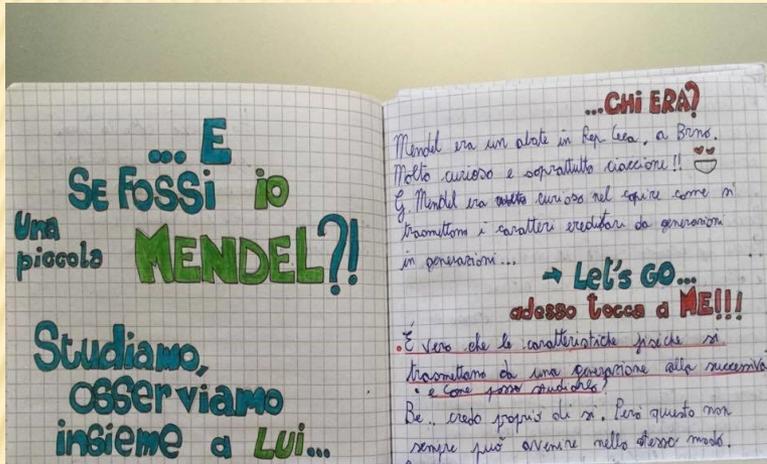
Il percorso è quindi iniziato ponendo due domande stimolo:

le caratteristiche che osserviamo negli esseri viventi si trasmettono da una generazione all'altra?

e poi...

se ammettiamo la trasmissione dei caratteri da genitori a figli, è possibile studiare in che modo queste caratteristiche passano da una generazione alla successiva?

ESTRATTI DEI DIARI DI BORDO



"E' possibile studiare come le caratteristiche fisiche si trasmettono da genitori a figli?"
 Per rispondere a questa domanda dobbiamo prima sapere alcune cose.
 Mendel e' un abate dell'abbazia di Brno, e' studioso teologo, la sua passione ma piano piano continua le sue curiosità naturalistiche e si pone quella domanda.
 Poi firma di essere un monaco di quell'abbazia e propone un modo per studiare questa cosa.
 Il metodo migliore e' utilizzare essere viventi facilmente osservabili, controllabili e di piccola taglia e quindi più facili da studiare come ad esempio piante e fiori e in diverse quantità e specie. L'unico modo per rispondere alla domanda e' osservare e sfruttare la natura intorno a noi."
 Abbiamo quindi concluso che il metodo migliore e' utilizzare i vegetali per i motivi risposti da me. (gli insetti mi parede sono molto piccoli e possono scappare e muoversi, con cosa guardi le caratteristiche con la lente? e cosa guardi, la struttura delle antenne? ti vuole più praticità?)
 Quindi abbiamo portato dei fiori e li abbiamo osservati.
 Si nota una struttura particolare.

② Voglio capire se da genitori a figli si trasmettono delle caratteristiche.
 - Secondo me si, perché le caratteristiche fisiche si notano in tutte le specie da genitori a figli.

② Come posso studiare questo fenomeno. (animati)
 - Per esempio, i cigni, che a differenza degli uccelli, esternamente, più cosa differenziano? Questa e' una domanda che ci siamo posti. E perché esistono dei cigni di color nero?

LE DOMANDE

1. E' vero che le caratteristiche fisiche si trasmettono da una generazione alla successiva?
 1. Si e' vero, perché osservando ogni famiglia possiamo vedere che i figli hanno cose simili ai genitori. Ad esempio i somari noi perché anche mio padre e' noi e mio nonno padre e' noi, in generazione abbiamo in generazione i caratteri si trovano.

2. Come posso studiare la trasmissione di caratteri da una generazione alla successiva?
 2. Secondo me si possono studiare guardando i caratteri generali della famiglia e notare insieme gli elementi comuni.
 ↓
 RIASSUMI RISPOSTE COMUNI
 PRENDERE PIU' VESCE GENERAZIONI SUCCESSIVE, 10-15, DELLA STESSA FAMIGLIA ORGANATE IN UN ALBERO GENEALOGICO E CONFRONTARE LE CARATTERISTICHE COMUNI E DIVERSE. PER TUTTE LE SPECIE ANIMALI E VEGETALI.
 X CASA = ANCHE X LORO A DEDURRE X SPECIE DIVERSE DI FIORI

E' VERO CHE LE CARATTERISTICHE FISICHE SI TRASMETTONO DA UNA GENERAZIONE ALL'ALTRA?

• Si, secondo me e' vero, perché, prendendo il genere umano, un figlio può prendere le caratteristiche del padre e madre, come il taglio degli occhi, il colore, ma anche la corporatura.

COME POSSO STUDIARE LA TRASMISSIONE DEI CARATTERI EREDITARI DA UNA GENERAZIONE ALLA SUCCESSIVA?

• Secondo me attraverso l'albero genealogico posso capire le caratteristiche delle generazioni successive.

Un'altra domanda che a noi e' venuta e' perché i cigni restano uniti fino alla morte.
 ② Come posso studiare questo fenomeno (umani).
 - Per esempio la famiglia dei somari di Mariangela hanno molto bravi a disegnare e tutti e tre i figli lo sono anche essi. E' possibile che queste cose si sia trasmesse?

LA SCELTA DELLA SPECIE DA STUDIARE

Dal confronto in classe sulle risposte date alle prime domande stimolo si è giunti alla conclusione che le caratteristiche si trasmettono da una generazione alla successiva e che si tratta di individuare una specie animale/vegetale da poter studiare per comprendere il meccanismo con cui le caratteristiche vengono ereditate.

ESTRATTI DEI DIARI DI BORDO

• È possibile studiare se le caratteristiche fisiche si possono passare da una generazione all'altra?
La risposta è sì.

Cosa mi sembra di proporre, come organizzarmi da studiare per seguire queste caratteristiche?

Prendiamo in considerazione le scimmie, esse come noi esseri umani hanno delle caratteristiche fisiche simili alle nostre. Hanno il senso della protezione nei confronti dei cuccioli come noi d'altronde, perché fin dalla loro nascita cercano di non fargli mancare niente essendo comunque dei primati, quindi il loro sviluppo intellettuale non ha ancora raggiunto uno sviluppo completo. Ma anche nei primati possiamo riscontrare certe caratteristiche fisiche di genitori, ad esempio quando un genitore presenta una determinata macchia e degenerazioni, di conseguenza il

suo piccolo anche se apparentemente non presenta gli stessi problemi, sappiamo che non può di certo migliorarsi e avere gli stessi come ad esempio non essere umano, se il padre del bambino è muscoloso il bambino non è detto che sarà muscoloso come lui, certo, avrà una maggiore predisposizione ad averli, ma non è detto che li abbia. Prendiamo in considerazione le api, esse presentano tutte da un solo individuo che si riproduce continuamente all'interno di uno stesso alveare. Questo individuo preleva la feccia funzionando riproducendosi costantemente senza avere altri compiti nella sua vita, gli individui che produrre sono inerte a lei e tutti uguali tra di loro.

23/03/17

cosa sappiamo:

② **TULIPANI** caratteristiche:

- fiore orientale
- diverse tonalità e grandezze

• ama la luce del sole
• non ama il vento

cosa ci serve per piantare:

- semi o bulbi
- terriccio con fertilizz.
- vaso o terreno?

1/4/17

Siamo fuori strada

Serie tempo, luogo e impegno per piantare questi benedetti tulipani

SOPRATTUTTO TEMPO

→ Non è l'idea che ci serve perché per avere un tabulato di informazioni richiederebbe troppo tempo

L'ATTIVITA' DI RACCOLTA, OSSERVAZIONE E DOCUMENTAZIONE SUI FIORI

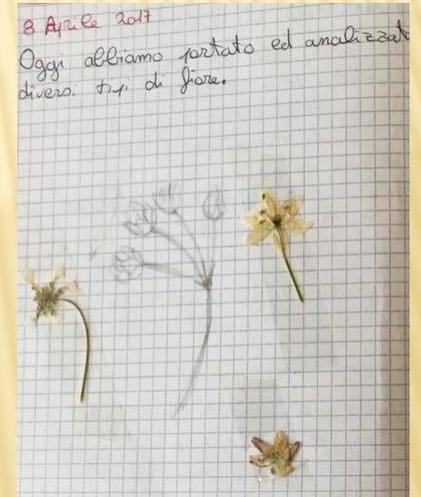
Dal momento che, dopo un lungo e acceso dibattito tra i gruppi, si è stabilito che è auspicabile che la specie da studiare sia quella di un vegetale e non di un animale, agli alunni è stato proposto di raccogliere fiori (singolarmente o in gruppo), di descrivere le caratteristiche della pianta da cui questi fiori provengono e di portarli a scuola, per svolgere, nel gruppo, un'attività di documentazione di quanto osservato.

FOTO DI ALCUNI FIORI ANALIZZATI

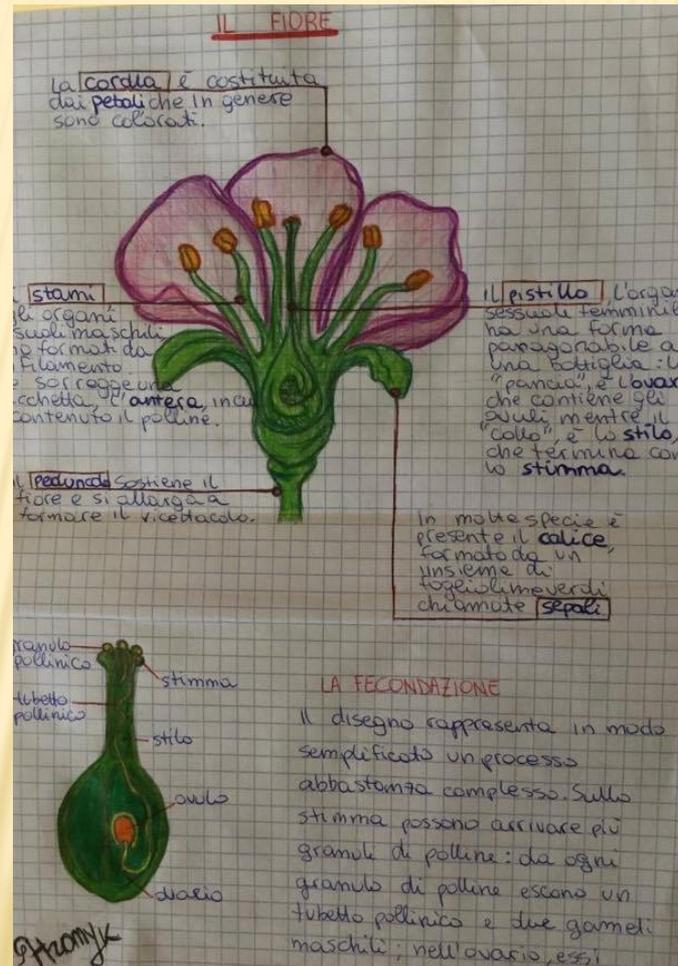


TANTI TIPI DI FIORI...

Dall'osservazione dei fiori sono emerse domande di chiarimento sulla diversa struttura che essi possono presentare e per questo motivo si è fornito agli studenti dei chiarimenti sulla classificazione delle piante, in particolare delle Angiosperme. Dalle osservazioni e dai successivi chiarimenti gli studenti sono giunti a distinguere le parti femminili e maschili dei diversi fiori e hanno provveduto a schematizzare il fiore delle Angiosperme.



SCHEMA DEL FIORE DI UNA SPECIE MONOICA



L'IMPOLLINAZIONE...

Partendo dall'osservazione delle parti riproduttive del fiore abbiamo sottolineato l'importanza di come il polline debba inserirsi all'interno del tubetto pollinico, affinché possa realizzarsi la riproduzione sessuata.

I possibili "agenti impollinatori", individuati dagli studenti, sono stati il vento e gli insetti e, dovendo immaginare di voler *pilotare* la riproduzione della pianta, anche l'essere umano!

...PILOTATA!

Gli studenti hanno immaginato il lavoro di “impollinatori” attraverso l’uso di pennellini o di cotton fioc con cui prelevare il polline per poi inserirlo sul pistillo del fiore da fecondare. Nell’ipotizzare questa tecnica, chiaramente, sono giunti alla necessità di dover *schermare* il fiore fecondato artificialmente con un sistema di “scudi”, “campane di vetro”... che poi si sono trasformati in tessuti leggeri e in garze che impedissero agli insetti di appoggiarsi sul fiore e anche al polline, trasportato dal vento, di finire sul pistillo del fiore oggetto dell’esperimento.

CHE COSA SI PRODUCE DALLA FECONDAZIONE DEL FIORE DI UNA ANGIOSPERMA?

Una volta avvenuta l'impollinazione ci siamo posti la domanda: "Cosa accade al fiore fecondato?"

In breve gli studenti hanno stabilito che il risultato della fecondazione più evidente è la produzione dei frutti.

La maggior parte non ha però identificato immediatamente il ruolo del frutto e per questo è stato approfondito l'argomento con una nuova serie di raccolte, osservazioni ed esperimenti in laboratorio.

ESEMPI DI ALCUNI FRUTTI E SEMI OSSERVATI IN LABORATORIO



FRUTTI E SEMI DOCUMENTATI SUI DIARI DI BORDO

MELA FRUTTI CHE ABBIAMO ANALIZZATO



esterno
- buccia marrone
- ruvide, irregolare da fedi
- nelle fette sottostanti si trova il residuo della stimone

interno
- foglie verde
- foglie verde
- semi piccoli e neri
- al centro delle bucce

SEMI

esterno
- molto piccolo e nero
- forma a goccia
- attaccati alla parte centrale del frutto attraverso piccoli filamenti
- piccoli residuo che forma la nuova parte

esterno
- piccoli, rotondi, forma a goccia
- superficie liscia

interno
- similiazione di un disco
- parte bianca
- disposti in modo irregolare
- residuo nella parte superiore
- come protetto dal tegame

KIVI



esterno
- buccia marrone
- ruvide, irregolare da fedi
- nelle fette sottostanti si trova il residuo della stimone

interno
- foglie verde
- semi piccoli e neri
- al centro delle bucce

SEMI

esterno
- molto piccolo e nero
- forma a goccia
- attaccati alla parte centrale del frutto attraverso piccoli filamenti
- piccoli residuo che forma la nuova parte

LIMONE



CILIEGIA




La pesca cresce sul pesco (PRUNUS PERSICA) e possiamo trovarne molte varietà:

- 1 PESCA GIALLA → buccia vellutata
- 2 PESCA BIANCA
- 3 PESCA NOCE → buccia liscia
- 4 PESCA TABACCHIERA → forma piatta
- 5 PESCA MERENDELLA → buccia colorata

E' UN FRUTTO ESTIVO, DOLCE E CARNOSE



I semi... 19 aprile 201

Oggi con la classe abbiamo analizzato più nel specifico alcuni tipi di semi e abbiamo iniziato a pensare a come avviene la riproduzione.

Con il mio gruppo, abbiamo deciso di analizzare delle noci.

Quella che noi comunemente chiamiamo noce, non è altro che il seme di un frutto chiamato Juglans regia.

La noce è un frutto in se, perché maturando non tende ad aprirsi.

Per analizzarla, abbiamo aperto il guscio e con il bisturi abbiamo aperto il suo interno commestibile notando che rilascia un olio, o meglio grassi insaturi.

La noce è un frutto che se assunto regolarmente, mente, previene infatti, problemi di memoria e quindi vantaggioso per l'apparato cerebrale e quello cardiovascolare.



FACENDO FOTO AI FRUTTI ABBIAMO NOTATO CHE ALCUNI FRUTTI HANNO ALL'INTERNO PICCOLI SEMI (ES: ARANCIO AMARO, PERA), MENTRE ALTRI NON NE HANNO (ES: UVA).

UN FRUTTO DEVE CADERE DALL'ALBERO, SUCCESSIVAMENTE DEVE DECOMPORSI (MAGARI SI PUO' ANCHE SPACCARE A CAUSA DI FENOMENI NATURALI, ES: VENTO), PER FORMARE UN SEME.

SECONDO NOME = L'ARANCIO AMARO E' PENO DI SEMI PERCHE' E' UNA PANTA VENTATA SU NATURA MENTE (NON E' STATA PANTATA DALLI UOMINI).

QUANDO INCONTRIAMO INVECE SPECIE VEGETALI CHE NON PRODUCONO SEMI E' PERO' UNO HA FATTO UNA ACCURATA SELEZIONE DEI FRUTTI.

I TEMPI DELLA SCUOLA E I TEMPI DELLA NATURA

Dopo un primo momento in cui gli studenti hanno avanzato proposte per realizzare realmente gli incroci portati avanti da Mendel, è emersa la difficoltà, con conseguente delusione, nell'attuazione della procedura. Quest'ultima avrebbe infatti richiesto tempi dell'ordine di numerosi anni e quindi non compatibile con la realizzazione dell'azione didattica prevista nell'anno scolastico.

Per tale motivo, in accordo con la metodologia prevista dai Laboratori del Sapere Scientifico, è stata utilizzata, per la parte relativa ai dati, la pubblicazione originale di Gregor Mendel "Le leggi dell'ereditarietà" risalente al 1865.

Gli studenti hanno immaginato di trovarsi al fianco di Mendel nell'orto e di realizzare i vari esperimenti di incrocio, seguendo le orme dell'abate del monastero di Brno e elaborando i dati da lui ottenuti.

QUINDI...FIORE, FRUTTO, SEME... VIA!

Dopo le osservazioni fatte nei gruppi, sia a casa che in laboratorio e in aula a scuola, ci siamo posti la questione della scelta della “specie migliore” per condurre il nostro studio sull’ereditarietà dei caratteri.

Dopo una approfondita discussione e dal relativo confronto sono state schematizzate le proprietà che la pianta oggetto della nostra indagine avrebbe dovuto presentare:

- facilmente coltivabile e con caratteristiche ben inquadrabili (colore dei fiori, altezza della pianta...)
- con fiori in cui la parte maschile e femminile siano ben separabili per consentire di procedere all’impollinazione artificiale con relativa facilità
- che produca frutti in abbondanza per ogni ciclo riproduttivo, con semi anch’essi abbondanti e facilmente manipolabili
- che abbia un ciclo vitale veloce e che quindi tra germinazione e produzione dei semi non debbano trascorrere tempi troppo lunghi...

Gli studenti hanno individuato tra le piante *comuni* che potevano essere prese in considerazione la pianta di “baccello” (*Vicia faba*), come viene chiamata dalle nostre parti, oppure la pianta di pisello (*Pisum sativum*).

COME INDIVIDUARE LE CARATTERISTICHE DA STUDIARE DELLA PIANTA PRESA IN ESAME

Agli studenti è stato proposto il caso di studio di Gregor Mendel, partendo dalla lettura di brani del suo libro “Le leggi dell’ereditarietà”.

Immaginando di essere nell’orto, accanto a Mendel e di guardare le piante di *Pisum sativum*.

Ma come avrà fatto Mendel a partire col suo studio?

Qualcuno tra gli studenti ha immaginato che per alcune caratteristiche le piante del pisello si differenziassero le une dalle altre, in particolare, che il colore del fiore potesse essere diverso da una pianta ad un’altra.

Da queste considerazioni si è posto il problema di come campionare gli esemplari per poi poter studiare la trasmissione delle caratteristiche da una generazione alla successiva.

DALLA “CACCIÀ AL TESORO” ALLA FREQUENZA CON CUI UNA FORMA DEL CARATTERE SI MANIFESTA

Qualcuno ha proposto di individuare le piante nei filari dell'orto realizzando una sorta di scacchiera: *“Come se dovessimo giocare a battaglia navale, prof!”*

Da questo “catalogare” ciò che si osserva nell'orto è sorta l'idea di poter condurre degli incroci controllati, tramite impollinazione artificiale, per cercare di capire se la trasmissione dei caratteri è casuale, se le diverse forme (come il colore viola e bianco del fiore) si manifestano con la stessa frequenza, oppure no.

DAI DIARI DI BORDO: "LA SCACCHIERA"

• MODO IDEALE E PRATICO X
RACCOLGERE LE INFORMAZIONI
DELLE PIANTE CHE VEDI?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● FIORE BIANCO
● FIORE ROSA

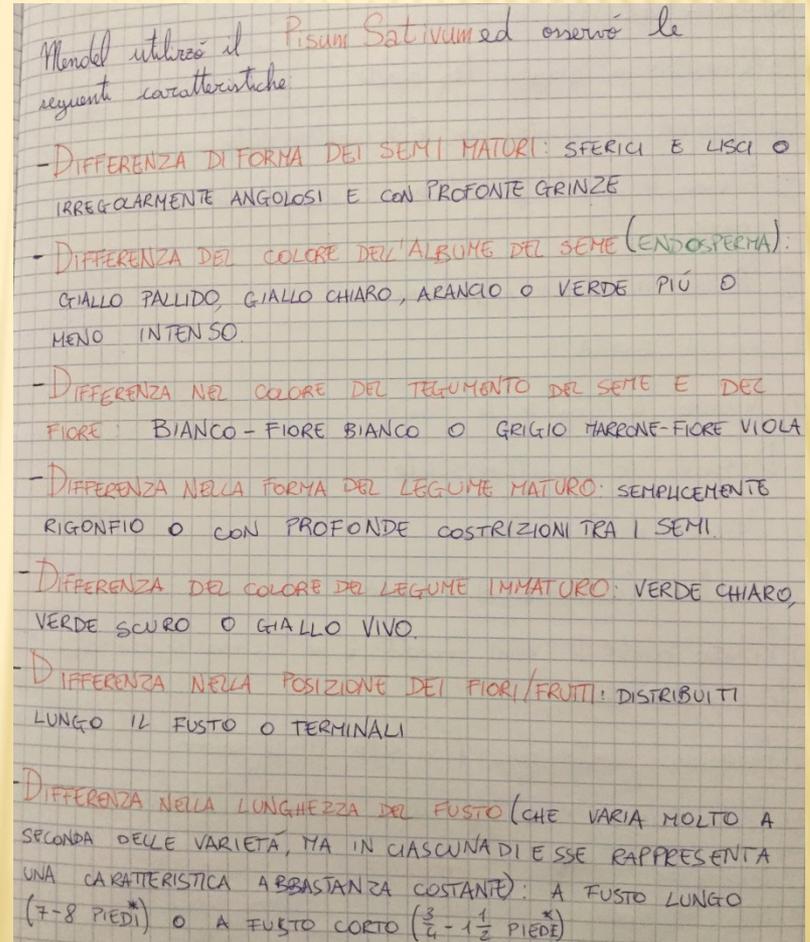
- 1) NUMERARE A GRIGLIA LE PIANTE
- 2) DESCRIVERE LE CARATTERISTICHE
- 3) DIVIDERE I MASCHI E LE FEMMINE
- 4) INPOLCINARE LA PIANTA E NON OSSERVARE LA PRODUZIONE

- 5) DIANTO LA PIANTA DEI SENI
PRODOTTE E OSSERVO LE CARATTERISTICHE
CHE DI QUELLA PIANTA
- 6) INCROCIARE PARTE CON FIORI DELLO
STESSO COLORE (REITERANDO)
- 7) OSSERVO I RISULTATI

LE CARATTERISTICHE OSSERVATE DA MENDEL

Prima di procedere con l'esperimento ci siamo chiesti quali caratteristiche di *Pisum sativum*, oltre al colore del fiore, potessero essere osservate.

Mendel, con la sua pubblicazione, ci è venuto in aiuto.

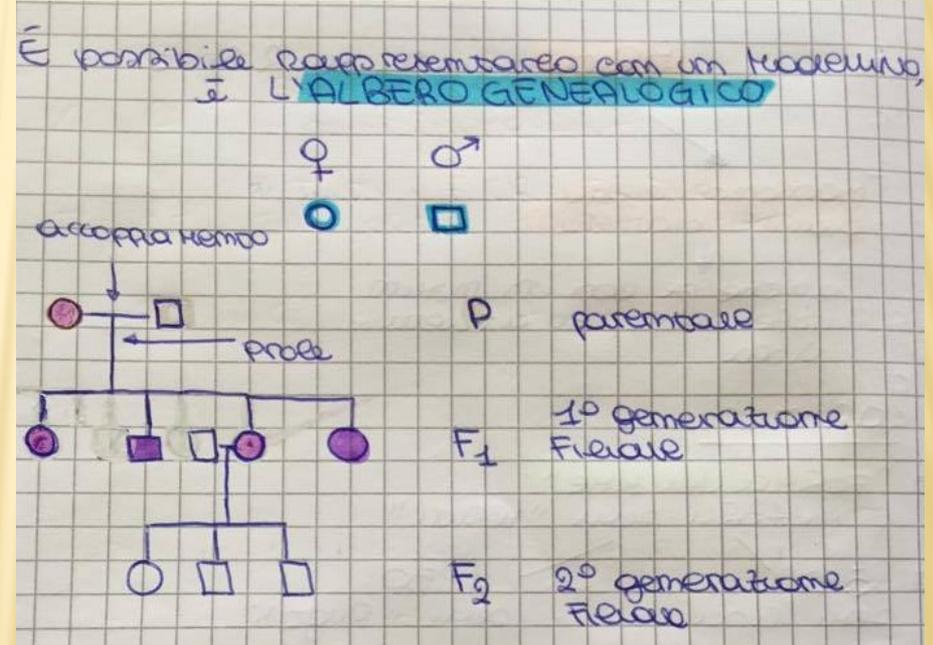
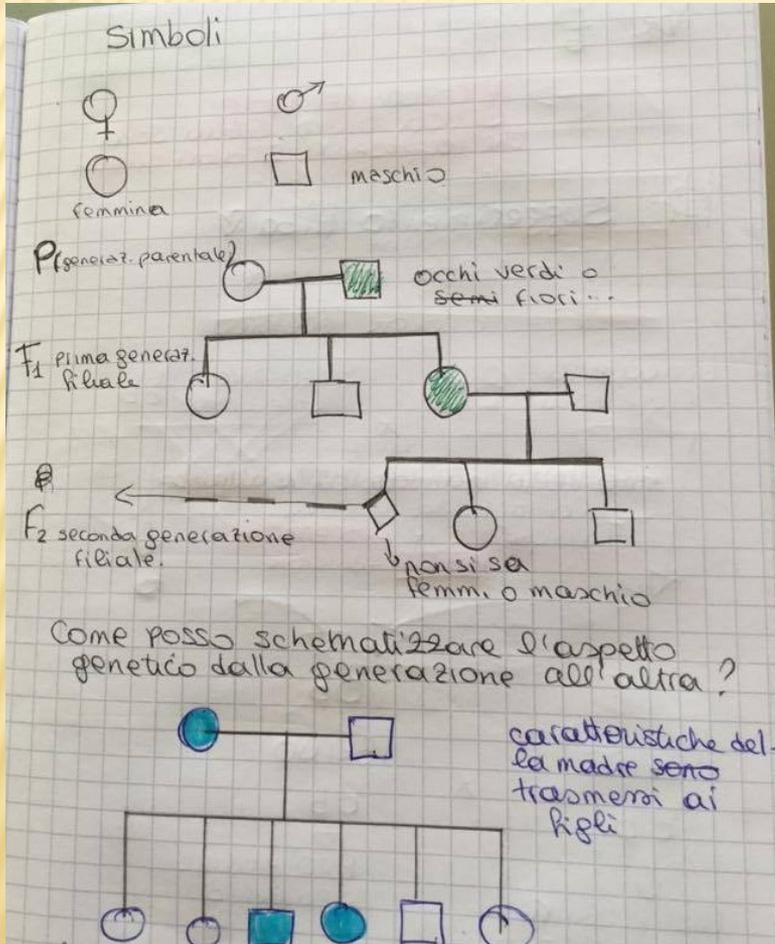


UNO STRUMENTO UTILE: L'ALBERO GENEALOGICO

Per poter seguire le caratteristiche da una generazione alla successiva qualcuno ha proposto, fin dall'inizio, di usare lo strumento dell'albero genealogico, anche senza conoscere nel dettaglio come si potesse realizzare effettivamente.

L'idea è stata accolta e si è proceduto alla presentazione della simbologia utilizzata in un albero genealogico e alla sua rappresentazione. Ciò ha permesso di visualizzare in modo semplice e diretto la manifestazione di un carattere nelle generazioni.

DAI DIARI DI BORDO...



PROCEDERE ORGANIZZANDO BENE IL LAVORO PER LE OSSERVAZIONI FUTURE

Preso atto di tutte le caratteristiche esaminate da Mendel abbiamo posto la nostra attenzione sul colore del fiore e ci siamo chiesti: “Quali caratteristiche hanno le piante che nascono dall’incrocio tra una pianta a fiore viola e una a fiore bianco? E dall’incrocio tra due piante a fiore viola? E tra due piante a fiore bianco?”

Gli studenti hanno proposto tutte le possibili soluzioni e, sulla base della testimonianza di Mendel, è emerso che solo l’incrocio tra piante a fiore bianco produce un risultato univoco: tutte piante con fiore bianco.

Negli altri casi si possono ottenere piante figlie con caratteristiche di fiore viola o bianco...

L'IMPORTANZA DELLA SELEZIONE DEGLI INDIVIDUI DELLA GENERAZIONE PARENTALE

L'impostazione dell'intero lavoro di ricerca sulla trasmissione dei caratteri è apparsa molto importante fin dalla definizione della generazione P (parentale).

Questo perché gli studenti hanno avuto chiaro che ciò che si osserva come “caratteristica esterna” non è detto che sia sempre “scritta” nello stesso modo dentro agli esseri viventi che la manifestano.

Gli studenti hanno intuito che, nel caso dei fiori di colore bianco, *“ciò che è scritto dentro alla pianta coincide con ciò che essa manifesta come colore del fiore”*, mentre nel caso del fiore di colore viola questo non è altrettanto univoco.

Per riuscire a distinguere in modo corretto il piano di ciò che si manifesta rispetto a ciò che è “interno” all'organismo sono stati introdotti i termini fenotipo e genotipo.

Ciò ha consentito di comprendere a fondo il significato del termine fattori utilizzato da Mendel per identificare il contributo materno e paterno alla formazione del genotipo dell'individuo.

...

Ecco che solo selezionando il genotipo dei genitori si potrà studiare effettivamente il trasferimento dei loro *fattori* ai figli.

Per operare questa selezione gli studenti sono giunti alla conclusione di utilizzare l'impollinazione artificiale per creare delle *linee sicure* (quelle che Mendel chiamava *linee pure*) contenenti esclusivamente l'informazione "fiore viola" o "fiore bianco", ripetendo più e più volte questo processo per essere sicuri di avere effettivamente selezionato il fattore di interesse da seguire nella generazione successiva.

L'INCROCIO TRA LINEE PURE

Seguendo le indicazioni di Mendel abbiamo immaginato di procedere nell'impollinazione artificiale tra piante di *Pisum sativum* con fiore viola (linea pura viola) con piante con fiore bianco (linea pura bianco). Pensando di raccogliere i semi da queste piante li abbiamo poi idealmente piantati e atteso la produzione dei fiori.

I dati pubblicati da Mendel relativi a questi incroci hanno permesso agli studenti di osservare che, tutte le piante ottenute in questa generazione (F1), mostravano come forma del colore del fiore quella viola.

Dunque che dire? Come gli studenti avevano ipotizzato in precedenza, le due forme del carattere del colore del fiore non hanno la stessa forza nell'esprimersi dentro alla pianta: la forma colore-viola è più "prepotente" di quella colore-bianco e quindi l'abbiamo definita FORTE/DOMINANTE, mentre l'altra, la cui espressione viene "bloccata, mascherata, schiacciata", l'abbiamo chiamata DEBOLE/RECESSIVA.

...DAI DIARI DI BORDO...

e... a questo punto...
Che cosa ha Fatto??

Mendel si è dovuto creare due diverse

LINEE PURE

FATTORI DI LINEE PURE → fiori in maniera tale che
fatta mamma e fatta babbo siano **IDENTICI**.

IBRIDI = individui con due linee non più pure,
ma con caratteri diversi.

Attraverso un processo di **MEIOSI** ottengo cellule
PROIDI.

Da due **LINEE PURE** ottengo solo piante che
con il fiore viola, (vedi 700 prima), perché è
carattere **DOMINANTE**, Mendel dimostra con
un esperimento che (**PRODUZIONE**) che una
seconda generazione si ottiene tante
piante che mostrano il carattere dominante
(FIORE VIOA) e poche che mostrano il carattere

RECESSIVO, (FIORE BIANCO), in quanto apparentemente
"schiacciato" nel resto delle piante

... **OSSERVIAMO tutto**
questo da vicino ...

Inciando pianta "bianca" con se stessa,
vengono fuori fiori bianchi, che a sua volta
sono in grado di originare piante dal fiore
bianco.

Inciando una pianta Viola con se stessa vengono
fuori semi che non sempre danno origine
a fiori viola.

Questo perché? Perché un carattere è **DOMINANTE**.

Linee PURE??

LINEE PURE = pianta che mostra una
caratteristica che, è l'unica
che ha dentro se e da stessa
che mostra, stesso genotipo e
fenotipo.

INCROCIAMO 2 LINEE PURE

"VIOA" ♀ X ♀ "BIANCA"

ottengo il 700% piante con FIORE VIOA

• DEVO CHE IL COLORE VIOA È UN COLORE **DOMINANTE**

FENOTIPO → VIOA ♀

GENOTIPO → BIANCO ♀ **AA**

CHE FINE HA FATTO IL COLORE BIANCO DEL FIORE?

Lo stupore della scomparsa del colore bianco del fiore nelle piante della generazione F1 ha spinto gli studenti a porsi la domanda: “Che fine ha fatto il fattore del colore bianco del fiore?”

Tutti hanno concordato sul fatto che “*non è certamente scomparso*” e allora la domanda che è sorta successivamente è stata: “Come possiamo fare per dimostrare che è ancora “scritto” dentro alle piante della F1?”

Sono state avanzate varie ipotesi, la conclusione a cui gli studenti sono giunti è stata che l’unico esperimento utile per dimostrare che negli individui della F1 è ancora presente il fattore colore-bianco del fiore è quello che prevede di incrociare proprio due individui di questa generazione...

Allo stesso tempo è emersa la necessità di schematizzare i *fattori* mendeliani per poterli seguire nei genotipi degli individui delle diverse generazioni. Anche in questo caso sono state avanzate varie ipotesi: “usare numeri, simboli geometrici e matematici, lettere, simboli o numeri combinati insieme” e, infine, si è giunti a stabilire di usare la stessa lettera in forma maiuscola e minuscola, per associarle rispettivamente alla forma “forte” e a quella “debole” del carattere studiato.

LA RICERCA DEI SIMBOLI

Quadrato di Punet → spiegazione genetica

- Che fine ha fatto l'altro form del carattere?

$V \leftrightarrow V$
 $V \downarrow$
 V

$B \leftrightarrow B$
 $B \downarrow$
 B

- Viola pura + viola pura = **rose viola**
 - Bianco puro + bianco puro = **BIANCO**
 - viola + bianco = **IBRIDO**

Nell'ibrido è presente il carattere bianco

IBRIDO = incrocio di 2 individui puri

- Come fanno a vedere che dentro c'è il bianco?

• Meiosi di una ibride ~~con~~ ~~il~~ ~~carattere~~
 Dopo tante volte nucleari ciclo = fior bianchi

$V \leftrightarrow V$
 $V \downarrow$
 B - piccola parte dei fiori bianchi

dominante V^+
recessivo V^-

linea pura fior viola BB × linea pura fior bianco bb

gameti Bb

ibrido Bb × ibrido Bb

sono 4 genotipi diversi: in questo caso quelli che mostrano il fenotipo dominante devono essere 75%

B → colore del fiore dominante (viola)
 b → colore bianco recessivo

→ il colore del fiore si usa una lettera sola che rappresenta 2 colori diversi

Suggerimento Hiba
 V^+ = colore dominante
 V^- = il colore recessivo

Linea Pura "fiore viola" BB × Linea pura "fiore bianco" bb

frangente un carattere e viceversa la metà del gameti perché c'è il processo di **meiosi** - divisione

Bb

IBRIDO Bb × IBRIDO Bb

Può produrre gamete B
 o gamete b

Può produrre gamete B
 o gamete b

Bb

MA QUANTE PIANTE CON FIORE BIANCO CI ASPETTIAMO NELLA F2?

Dall'incrocio tra individui ibridi, ottenuti dall'incrocio tra individui delle due linee pure per il colore del fiore, tutti hanno convenuto che si sarebbero ottenuti nuovamente piante con fiore bianco. Alcuni hanno ipotizzato che nella generazione F2 gli individui con fenotipo recessivo sarebbero stati la metà dell'intero campione, mentre la maggior parte degli studenti hanno concordato che le piante col fiore bianco sarebbero state meno numerose di quelle col fiore viola, ma non si è trovato l'accordo sulla "quantità" relativa dei due fenotipi.

E quindi siamo passati ad analizzare i numeri che Mendel ci ha lasciato nella sua pubblicazione.

Le caratteristiche prese in considerazione sono state la forma del seme e il colore del seme, i cui dati sono stati elaborati separatamente.

Come lavoro individuale, da condividere successivamente all'interno del gruppo, è stato chiesto di trovare un modo che potesse esprimere matematicamente ciò che i numeri lasciavano intuire e di osservare, successivamente, se esistesse una qualche regolarità nell'espressione dei due fenotipi di ciascuna caratteristica osservata.

Le diverse proposte sono state condivise nel gruppo classe. Nelle due classi del Linguistico quasi tutti i gruppi sono ricorsi da subito al calcolo percentuale dei due diversi fenotipi in relazione al totale degli individui presi in considerazione per quella determinata caratteristica.

Nella classe delle Scienze Umane solo un paio di gruppi hanno raggiunto la "soluzione" in modo veloce, per gli altri si è rivelata di grande utilità la discussione generale, che ha permesso, in una evidente modalità *peer to peer*, di condividere l'aspetto matematico inizialmente in modo intuitivo e poco rigoroso, per poi giungere alla formulazione delle proporzioni e alla generalizzazione del calcolo.

La prima generazione degli ibridi

In questa generazione tornano a comparire, accanto ai caratteri dominanti, anche quelli recessivi, nel pieno delle loro caratteristiche, e precisamente in un rapporto medio decisamente netto di 3:1, per cui in media di quattro piante di questa generazione, tre ricevono il carattere dominante e una quello recessivo. Questo vale, senza eccezione, per tutti i caratteri che sono stati studiati nel corso degli esperimenti. Pertanto la forma angolosa e rugosa dei semi, il colore verde dell'albume, il colore bianco del tegumento del seme e del fiore, le strozzature del legume, il colore giallo del legume immaturo, del gambo, del calice e delle venature delle foglie, l'infiorescenza a forma di cima e il fusto corto tornano regolarmente a manifestarsi nel predetto rapporto numerico, senza mostrare alcun apprezzabile cambiamento. *In nessun esperimento sono state osservate forme intermedie.*

Poiché gli ibridi provenienti da incrocio reciproco erano di forma assolutamente identica e dato che neanche nelle generazioni successive si poteva rilevare alcuna differenza apprezzabile, è stato quindi possibile sommare per ogni esperimento i risultati ottenuti. I dati ricavati per ciascuna coppia di caratteri differenziali sono i seguenti:

Primo esperimento: forma del seme. Da 253 ibridi, nel secondo anno si sono ottenuti 7.324 semi. Di questi, 5.474 erano rotondi o tondeggianti e 1.850 angolosi-rugosi. Ne risulta un rapporto di 2,96:1.

Secondo esperimento: colore dell'albume. Da 258 piante si sono avuti 8.023 semi, dei quali 6.022 gialli e 2.001 verdi, secondo un rapporto di 3,01:1.

Nel corso di questi

...DAI DIARI DI BORDO...

mendel ha seguito un modello:
 METODO Sperimentale di GALILEO GALILEI

CARATTERI INDIVIDUATI da MENDEL:

FORMA del seme:

7324 semi (ibridi)

2° generazione:

- 5474 semi lisci
- 1850 semi rugosi

COLORE seme:

8023 semi (ibridi)

2° generazione:

- 6022 semi gialli
- 2001 semi verdi

Trovo in **percentuale** il rapporto tra i vari semi:

$$\% = \frac{n^\circ}{tot} \cdot 100 = \frac{5474}{7324} \cdot 100 = 75\%$$

75% semi lisci e 25% semi rugosi

- 253 ibridi incrociati:

7324 semi

5474 semi rotondi "lisci" (PREDOMINANTE)

1850 semi angolosi "rugosi"

- 258 ibridi per il colore del seme:

6022 gialli (PREDOMINANTE)

2001 verdi

- Come fanno fra loro i semi? quanti figli dominanti sono le di quelli recessivi?

$\frac{5474}{7324}$ semi "lisci" $\rightarrow 0,747 = 75\% \rightarrow = 100\%$

$\frac{1850}{7324}$ semi "rugosi" $\rightarrow 0,252 = 25\% \rightarrow$

$\frac{6022}{8023}$ gialli $\rightarrow 0,750 = 75\% \rightarrow = 100\%$

$\frac{2001}{8023}$ verdi $\rightarrow 0,249 = 25\% \rightarrow$

LA MATEMATICA NON MENTE...

Sono stati proposti altri casi in aula, sotto forma di esercizi di applicazione delle conoscenze, considerando campioni numerici di generazioni ottenute dall'incrocio tra ibridi anche di specie diverse da *Pisum sativum*.

Il rapporto fenotipico 3:1 è stato riconosciuto dagli studenti come una costante in questo tipo di trasmissione dei caratteri ereditari.

ESISTONO PERO' ALTRI TIPI DI ESPRESSIONE DEI CARATTERI EREDITARI!

A questo punto del nostro lavoro ci siamo soffermati a riflettere su un aspetto che era emerso fin dall'inizio del nostro lavoro sugli incroci.

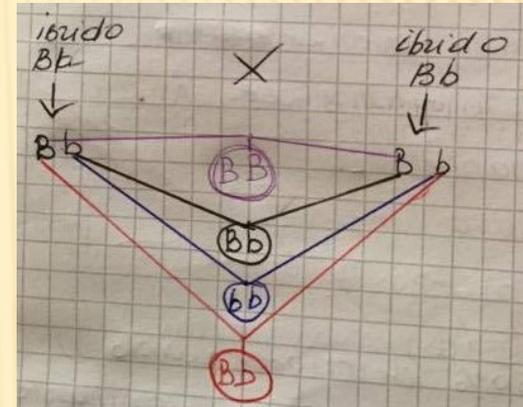
Nel momento in cui gli studenti sono andati sul campo, o meglio nell'orto, insieme a Mendel, per realizzare l'incrocio tra linee pure, alcuni (in tutte e tre le classi) hanno immaginato che potessero nascere, nella generazione successiva, degli individui con caratteristiche intermedie rispetto a quelle mostrate dai genitori. Ad esempio, nel caso dell'incrocio tra le linee pure per il colore del fiore in *Pisum sativum* qualcuno ha immaginato che nella F1 si sarebbero ottenuti individui con fiore di colore rosa, o "viola molto chiaro", immaginando una sorta di attenuazione della manifestazione del colore più forte per la presenza del colore bianco: *"Un po' come con le tempere, prof, quando vuoi fare un colore più tenue e aggiungi il bianco al colore più acceso che hai a disposizione..."*. E' chiaro che è bastato far riflettere gli studenti sul fatto che se le forme del colore del fiore in *Pisum sativum* sono solo viola e bianco, l'idea del colore rosa o viola tenue non era praticabile. E' stato però fatto presente che effettivamente la cosiddetta modalità di trasmissione dei caratteri secondo la "genetica mendeliana" non è l'unica modalità con cui si trasmettono le caratteristiche da una generazione alla successiva e sono stati nominati i casi della Bocca di leone e della Bella di notte, in cui effettivamente il colore del fiore si ottiene per "mescolamento dei fattori dei genitori". Non si è ritenuto però opportuno in questa fase entrare nel merito della descrizione dettagliata di questa "genetica non mendeliana", rimandando la trattazione ad un momento successivo dell'azione didattica.

UNO STRUMENTO UTILE: IL QUADRATO DI PUNNET

Il rapporto fenotipico 3:1 presente nella generazione F2 ci ha spinti a ricercare un sistema di descrizione degli incroci, capace di indicare i fattori e la loro combinazione, al momento in cui formano il genotipo della generazione filiale. All'inizio, ricordando che alla base del processo di riproduzione c'è il processo della meiosi, che porta alla produzione dei gameti, cioè di cellule aploidi, abbiamo optato per un sistema di linee che collegavano i possibili gameti prodotti dalla madre con quelli prodotti dal padre (immagine in alto).

Ma questo sistema si è rivelato un po' troppo macchinoso e non immediato nella identificazione dei genotipi (e quindi dei fenotipi) della generazione filiale.

E' stato chiesto agli studenti di provare ad ideare un sistema di schematizzazione che rendesse tutto più semplice...e dopo un po' è stata proposta una sorta di "tabella a doppia entrata", che successivamente è stata formalizzata dall'insegnante come "Quadrato di Punnet".



	B	b	
B	BB *	Bb *	← Quadrato di Punnet
b	Bb *	bb *	

* $Vola$ 75% } **fenotipo**
* **bianco** 25% }

00-40200
- ibridi 50% (eterozigoti)
- genotipi dominanti
- **quozigoti recessivi** 25%

E SE VOLESSIMO SEGUIRE LA TRASMISSIONE DI DUE FATTORI DA GENITORI A FIGLI, COME DOVREMMO PROCEDERE E COSA CI DOVREMMO ASPETTARE IN TERMINI DI NUMERI E PERCENTUALI DEI FENOTIPI?

Questa è stata l'ultima domanda-stimolo che è stata posta ai gruppi. Agli studenti è stato chiesto di lavorare alle ipotesi prima individualmente, poi in gruppo, per poi passare, utilizzando i numeri che Mendel ci ha lasciato nella sua pubblicazione, alla verifica della validità delle diverse ipotesi.

Dopo il confronto all'interno dei gruppi sono emerse due linee di pensiero diverse:

l'eredità di due o più caratteri, da seguire contemporaneamente, è collegata

l'eredità di due o più caratteri, da seguire contemporaneamente, è indipendente.

Di nuovo è stato sottolineato che il lavoro di verifica di validità delle ipotesi è riferito a *Pisum sativum* e non ha valore universale.

L'insegnante informa gli studenti che i rapporti tra i fenotipi che emergeranno dai dati mendeliani non sono riscontrabili in tutte le situazioni.

ANALISI DEI DATI DELLA TRASMISSIONE DI DUE CARATTERI

Prima di fornire i dati relativi alla trasmissione di due caratteristiche di *Pisum sativum*, nello specifico la forma del seme e il colore del seme, è stato fatto il punto della ideazione dell'esperimento. Tutti gli alunni sono giunti alla conclusione che per poter studiare come si trasmettono due caratteristiche è necessario ripercorrere le tappe già viste per lo studio della singola caratteristica "colore del fiore", dunque:

- 1) creazione delle linee pure per colore del seme e forma del seme (generazione P);
- 2) incrocio delle linee pure, con ottenimento dei "doppi ibridi" (generazione F1)
- 3) incrocio di individui della F1 con ottenimento della generazione F2.

Dal dibattito nei gruppi si è giunti a stabilire che per indicare i genotipi degli individui si dovevano utilizzare 4 lettere, due per ciascuna caratteristica.

VERIFICA DELLE PROPORZIONI TRA I FENOTIPI DELLA F2 NELLA TRASMISSIONE DI DUE CARATTERI

I dati ottenuti da Mendel su *Pisum sativum* e su cui abbiamo riflettuto e ci siamo confrontati sono i seguenti:

Colore del seme (giallo/verde)
Superficie del seme (liscio/rugoso)

Dall'incrocio tra piante con seme giallo e liscio e piante con seme verde e rugoso si ottengono 15 piante, tutte con seme giallo e liscio.

forma dominante ← ibridi

Incrocando queste ultime piante tra di loro si ottengono 556 semi di cui:

- 315 gialli e lisci	108 verdi e lisci
- 101 gialli e rugosi	32 verdi e rugosi.

IL QUADRATO DI PUNNET A 16 CASELLE...

$GgLe \times GgLe$

x	GL	Ge	gL	ge
GL	GGLL	GGLl	GgLL	GgLl
Ge	GGLl	GGll	GgLe	Ggll
gL	GgLL	GgLe	ggLL	ggLl
ge	GgLe	Ggll	ggLe	ggll

gialli / lisci ○ = 9/16
 gialli / rugosi * = 3/16
 verdi / lisci ● = 3/16
 verdi / rugosi // = 1/16

$GgLe \times GgLe$

In che modo possono produrre i loro gameti?
 In 4 modi diversi → 16 caselle (4 · 4 = 16) (3 VEGGE di Mendel).

x	GL	Ge	gL	ge
GL	GGLL	GGLl	GgLL	GgLl
Ge	GGLl	GGll	GgLe	Ggll
gL	GgLL	GgLe	ggLL	ggLl
ge	GgLe	Ggll	ggLe	ggll

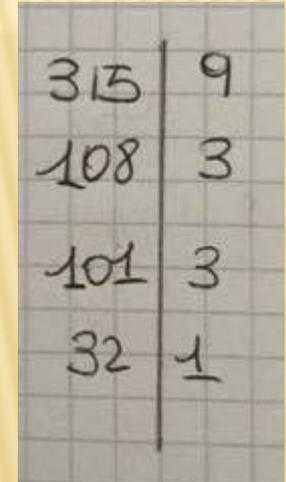
- GIALLI E LISCI ○ = 9/16
- * GIALLI E RUGOSI = 3/16
- VERDI E LISCI ● = 3/16
- VERDI E RUGOSI // = 1/16

Risolvi:
 • Quale è stato il ragionamento vincente che mi ha permesso di costruire la tabella?

VERIFICA DEL RAPPORTO 9:3:3:1

La domanda “Qual è stato il ragionamento vincente che mi ha permesso di costruire la tabella?” unita alla verifica del fatto che i numeri ottenuti da Mendel stanno tra loro proprio nelle proporzioni 9:3:3:1 ha permesso agli studenti di stabilire che l’assortimento indipendente dei gameti è ciò che permette la produzione dei fenotipi nei rapporti osservati.

La particolarità delle proporzioni fenotipiche ottenute non è stata immediatamente colta dagli studenti forse perché essi hanno dato fin troppo per scontato, grazie all’uso delle lettere a rappresentare “i fattori mendeliani”, che i gameti si *dovessero* assortire casualmente con la stessa probabilità, del 25% ciascuno. Da questa loro convinzione, la realizzazione del quadrato a 16 caselle non è stata complicata, così come l’interpretazione dei rapporti tra i fenotipi ottenuti.



315	9
108	3
101	3
32	1

DAI DIARI DI BORDO

GgLe x GgLe due ibridi

si vanno a formare 4 tipi di gameti

X	GL	Ge	gL	ge	
GL	GGL	GGLe	GgLL	GgLe	○ = giallo e liscio
Ge	GGLe	GGee	GgLe	Ggee	★ = giallo e rugoso
gL	GgLL	GgLe	ggLL	ggLe	● = verde e liscio
ge	GgLe	Ggee	ggLe	ggee	★ = verde e rugoso

- giallo e liscio = $9/16$
- giallo e rugoso = $3/16$
- verde e liscio = $3/16$
- verde e rugoso = $1/16$

Giustificazione teorica delle scritte dei semi nel campo

I fattori in cui abbiamo tra loro indipendenza

legge = si applica a tutti. Regola che vale al di là del tempo e dello spazio

E ORA VERIFICHIAMO!

Nelle tre classi sono state proposte tre verifiche di tipo semistrutturato, composte da una prima parte di verifica autentica e da una seconda parte di frasi vero/falso, a completamento e domande a risposta multipla.

Per gli alunni per i quali i consigli di classe hanno predisposto dei PDP si è optato per una verifica della stessa durata temporale (1 ora), ma con un numero minore di richieste. A tutti gli alunni è stata data la possibilità di realizzare una mappa concettuale sul percorso svolto da utilizzare eventualmente al momento della verifica, se ritenuto necessario. E' da sottolineare che nessun alunno/a ha voluto utilizzare la mappa al momento della verifica.

VERIFICHE SOMMINISTRATE

LICEO FERMI-CECINA A.S. 2016-2017

VERIFICA DI SCIENZE NATURALI

CLASSE 3 AU _____ MAGGIO 2017

COGNOME _____ NOME _____

1. LEGGI QUANTO DESCRITTO DI SEGUITO E PROPONI UNA TUA INTERPRETAZIONE DEI FATTI, FACENDO RIFERIMENTO AL PERCORSO CHE ABBIAMO AFFRONTATO NEGLI ULTIMI MESI.

Michele ha una gran passione per la coltivazione delle piante da frutto. Due giorni fa mi raccontava che da diversi anni seleziona un tipo di Pincopanco (un frutto molto gustoso) facendo incrociare tra loro le piante che ha sul suo appezzamento di terra in campagna. Osservando inizialmente ciò che veniva prodotto dagli alberi di Pincopanco ha potuto identificare diverse caratteristiche di questo albero da frutto: l'altezza (ci sono piante più alte ed altre basse), la grandezza dei frutti (frutti grandi oppure piccoli), il colore della polpa del frutto (bianco o rosso). Michele si è messo in testa di voler selezionare le piante in maniera da avere piante più alte con frutti di grandi dimensioni e con la polpa di colore rosso. Ha fatto un'enorme quantità di incroci e ha visto che: incrociando piante con le stesse caratteristiche otteneva nuove piante, quasi sempre identiche alle piante "genitori"...ma non sempre. Mi spiego meglio, prendendo in considerazione il colore della polpa del Pincopanco. Michele ha visto che incrociando due piante i cui frutti hanno colore bianco della polpa, si ottengono sempre piante che producono frutti a polpa bianca. Invece, incrociando piante con frutto a polpa rossa, non si ottengono sempre piante con frutto a polpa rossa. Michele ha osservato in questi casi una cosa strana: ha ottenuto piante con frutti a polpa rossa, a polpa bianca e a polpa rosa! Michele si è incuriosito e, dopo un po' di ragionamenti, è arrivato ad una conclusione, che mi ha scritto su degli appunti... purtroppo ho perso i suoi appunti. Potresti aiutarmi a capire questo fenomeno spiegandomi nel dettaglio qual è secondo te il "segreto" delle piante di Pincopanco?

[Totale: 18 punti] Punti ottenuti: _____

A destra i testi delle prove autentiche somministrate nelle tre classi.

CLASSE 3 BL _____ GIUGNO 2017

COGNOME _____ NOME _____

1. LEGGI QUANTO DESCRITTO DI SEGUITO E PROPONI UNA TUA INTERPRETAZIONE DEI FATTI, FACENDO RIFERIMENTO AL PERCORSO CHE ABBIAMO AFFRONTATO NEGLI ULTIMI MESI.

Giovedì scorso mi è capitato di ascoltare la conversazione tra Simone e Marco riguardante il colore del piumaggio di un tipo particolare di polli, allevati dallo zio di Simone. Simone, parlando dei polli allevati dallo zio, sosteneva che da polli con piumaggio nero che si accoppiano tra loro nascono sempre e solo polli con piume nere, mentre dall'incrocio tra polli tutti con piume bianche, nascono polli sempre e solamente con piume bianche. Basandosi su questa evidenza Simone diceva che questo permette di affermare con certezza che il colore delle piume dei polli allevati da suo zio è sicuramente un carattere che segue le regole evidenziate da Mendel col suo lavoro su *Pisum sativum*. Marco non era per niente convinto della correttezza dell'affermazione di Simone e ha ribattuto che, anzi, la presenza di numerosi polli con piume blu che lui sa, sono nati anche dall'incrocio tra polli con piume nere presenti nell'allevamento dello zio di Simone, fa sì che si debba rivedere tutto il ragionamento. Dopo aver letto con attenzione il brano sopra riportato, alla luce dell'esperienza che hai potuto fare partecipando al percorso di genetica che abbiamo affrontato negli ultimi mesi, prova a scrivere quali sono i punti fondamentali del ragionamento alla base delle idee dei due amici, spiegando nel dettaglio quale potrebbe essere la spiegazione a cui si riferisce Marco.

[Totale: 18 punti] Punti ottenuti: _____

A sinistra un esempio della parte strutturata della verifica.

CLASSE 3 CL _____ MAGGIO 2017

1. LEGGI QUANTO DESCRITTO DI SEGUITO E PROPONI UNA TUA INTERPRETAZIONE DEI FATTI, FACENDO RIFERIMENTO AL PERCORSO CHE ABBIAMO AFFRONTATO NEGLI ULTIMI MESI.

Marco, Simone e Michele sono tre amici che sono appassionati di coltivazione di alberi da frutto. Hanno da poco scoperto una nuova varietà di Arzigojoli, una pianta da frutto che produce frutti la cui polpa può essere solo rossa o gialla. Marco preferisce il frutto a polpa gialla, mentre Michele preferisce quello a polpa rossa e si pongono il problema di selezionare ognuno il tipo di piante che producano il frutto con la polpa preferita. Marco inizia così ad incrociare piante che producono frutti con la polpa gialla e in breve tempo riesce a selezionare piante capaci di produrre il tipo di frutto che preferisce. Michele provvede a incrociare piante con frutti a polpa rossa, ma non riesce ad ottenere le piante che desidera con la stessa velocità di Marco. Inoltre vorrebbe riuscire a capire quali piante sono ancora "portatrici" dell'informazione della polpa gialla, ma gli sembra molto complicato... per Simone il problema è meno complesso di quel che sembra... Prova a scrivere quali sono i punti fondamentali del ragionamento alla base delle idee di tutti e tre gli amici, spiegando nel dettaglio quale potrebbe essere l'intuizione che ha avuto Simone.

2. FRASI VERO/FALSO. Indica quali affermazioni sono vere (V) e quali false (F). NEL CASO SIANO FALSE CORREGGILE.

a. Il polline è costituito da cellule diploidi V F
 b. Gli ibridi di *Pisum sativum* presentano un fenotipo intermedio tra quelli delle linee pure V F
 c. L'insieme delle caratteristiche mostrate da un individuo rappresenta il suo genotipo V F
 d. Quando i due fattori che controllano un carattere sono identici si dice che l'individuo è eterozigote V F
 e. La parte del fiore con funzione femminile è l'antera V F
 f. Il frutto viene prodotto dai vegetali con finalità di riserva energetica V F

[Totale: 4,5 punti] Punti ottenuti: _____

3. COMPLETA LE SEGUENTI FRASI CON IL TERMINE O I TERMINI CHE RITIENI CORRETTI.

a. La forma recessiva del colore del fiore nella specie vegetale studiata da Mendel è il colore _____
 b. In una specie vegetale, per riuscire ad ottenere le linee pure per un determinato carattere, si utilizza una tecnica di riproduzione della pianta che è detta _____
 c. Dall'incrocio tra individui appartenenti alle due linee pure alternative per uno stesso carattere si ottiene il _____% di individui che mostrano una sola delle due forme del carattere, che viene detta _____

[Totale: 4,5 punti] Punti ottenuti: _____

4. DOMANDE A RISPOSTA MULTIPLA. SOLO UNA DELLE RISPOSTE E' ESATTA, INDICALA CON UNA CROCETTA.

4.1 Auto-incrociando una linea ibrida con piante alte si ottengono

a. 3/4 delle piante alte e 1/4 nane
 b. metà piante sono alte e metà sono nane
 c. tutte le piante sono alte
 d. tutte le piante sono nane

4.2 Se un figlio ha genotipo Aa, quali potrebbero essere i genotipi dei genitori che si sono incrociati?

a. AA x aa
 b. AA x AA
 c. A x Aa
 d. aa x aa

4.3 I genotipi della discendenza dell'incrocio Bb x BB saranno:

a. tutti omozigoti
 b. tutti eterozigoti
 c. metà omozigoti e metà eterozigoti
 d. 3/4 omozigoti e 1/4 eterozigoti

4.4 Un individuo il cui genotipo per due caratteri indipendenti è AaBb produrrà dei gameti:

a. Tutti AaBb
 b. 1/2 AB e 1/2 ab
 c. 1/4 Aa e 1/4 Bb
 d. 1/4 AB 1/4 Ab 1/4 aB 1/4 ab

4.5 Auto-incrociando una linea ibrida Gg con piselli gialli si ottengono i seguenti rapporti genotipici:

a. 1/4 piante con seme giallo (GG), 1/2 piante con seme giallo (Gg), 1/4 piante con seme verde (gg)
 b. 1/2 piante con seme giallo (GG) e 1/2 piante con seme verde (gg)
 c. tutte piante con seme giallo (GG)
 d. tutte piante con seme verde (gg)

4.6 Incrociando piante diibride per colore del seme e superficie del seme (GgLl) con piante omozigote recessive (ggll) si ottiene:

Tutte piante con semi gialli e lisci
 b. 1/4 piante con seme giallo e liscio, 1/4 piante con seme giallo e ruvido, 1/4 piante con seme verde e liscio e 1/4 piante con seme verde e ruvido
 c. 1/2 piante con semi gialli e lisci, 1/2 piante con semi verdi e ruvidi
 d. Tutte piante con semi verdi e ruvidi

[Totale: 3 punti] Punti ottenuti: _____

TOTALE PUNTI: _____/30

VOTO: _____

IL MASSIMO DEL PUNTEGGIO E' 30/30. Le fasce di punteggio sono le seguenti:
 0a voto 1, 0 < punti < 9=voto 2, 9 < punti < 12=voto 3, 12 < punti < 15=voto 4, 15 < punti < 18=voto 5, 18 < punti < 21=voto 6, 21 < punti < 24=voto 7, 24 < punti < 27=voto 8, 27 < punti < 30=voto 9, 30 punti=10.

VALUTAZIONE DEGLI APPRENDIMENTI

Per procedere alla valutazione degli apprendimenti è stata presa in considerazione la griglia di valutazione della prova scritta e al risultato di questa prova sommativa finale è stata affiancata la valutazione degli aspetti non catalogabili dagli indicatori di apprendimento cognitivo. A tale fine sono stati valutati anche altri aspetti osservati dai docenti durante lo svolgimento dell'attività o desumibili dal lavoro svolto, come la puntualità nello svolgimento dei compiti assegnati, l'organizzazione del *Diario di bordo*, la capacità di collaborare con i compagni e con i docenti, il rispetto delle consegne assegnate, che sono confluite nella valutazione della partecipazione e dell'interesse.

CRITERI DI VALUTAZIONE

GRIGLIA DI VALUTAZIONE DELLA VERIFICA SCRITTA E VALUTAZIONE DELLA PARTECIPAZIONE E DELL'INTERESSE

LICEO FERMI-CECINA- A.S. 2016/2017
GRIGLIA DI VALUTAZIONE DELLE PROVE SCRITTE

Disciplina: Scienze Naturali
VERIFICA DEL _____

CLASSE 3 AU/3BL/3CL
Alunno/a: _____

QUESITO 1- VERIFICA AUTENTICA -

Indicatori	Descrittori	Punteggio	SOMMA
Capacità di individuare la problematica presentata	puntuale e ben organizzata	6,00	
	adeguata	3,00	
	non del tutto adeguata	1,50	
	assente	0,00	
Capacità di analisi e rielaborazione	apprezzabili	4,00	
	accettabili	2,00	
	limitate	1,00	
	incoerenti	0,50	
Conoscenza di argomenti e di terminologie specifici	assenti	0,00	
	apprezzabili	4,00	
	accettabili	2,00	
	limitate	1,00	
Competenze nel restituire i contenuti con eventuali collegamenti	incoerenti	0,50	
	assenti	0,00	
	pregevoli	4,00	
	accettabili	2,00	
	parziali	1,00	
	incoerenti	0,50	
	assenti	0,00	
TOTALE			/18

FRASI VERO E FALSO
(ogni risposta esatta vale 0,75 punti)

Indicatori	Descrittori	Punteggio	TOTALE DELLE 6 FRASI
Comprensione e conoscenza	Esatta (con correzione)	0,75	
	Esatta (senza correzione)	0,25	
	Errata/non corretta/non svolta	0	
TOTALE			/4,5

FRASI A COMPLETAMENTO
(ogni risposta esatta vale 1,5 punti)

Indicatori	Descrittori	Punteggio	TOTALE DELLE 3 FRASI
Comprensione e conoscenza	Esatta	1,5	
	Corretta solo in parte	0,75	
	Errata/non corretta/non svolta	0	
TOTALE			/4,5

RISPOSTE MULTIPLE
(ogni risposta esatta vale 0,5 punti)

Indicatori	Descrittori	Punteggio	TOTALE DELLE 6 RISPOSTE
Comprensione e conoscenza	Esatta	0,5	
	Errata/non svolta	0,0	
TOTALE			/3

Il docente: _____

N.B. - Le fasce di attribuzione del voto in base al punteggio sono le seguenti:
0= voto 1; 0 = punti < 9=voto 2; 9 = punti < 12=voto 3; 12 = punti < 15=voto 4; 15 = punti < 18=voto 5; 18 = punti < 21=voto 6;
21 = punti < 24=voto 7; 24 = punti < 27=voto 8; 27 = punti < 30= voto 9; 30 punti=10

La valutazione della partecipazione e dell'interesse di ciascun alunno è stato realizzato considerando ogni singola fase del percorso, secondo una griglia semplificata in quattro livelli:

“Non Sufficiente”: l'alunno partecipa in modo saltuario, non è organizzato e non svolge quasi mai le consegne affidate nei tempi e nei modi dovuti

“Sufficiente”: l'alunno tiene un atteggiamento non di ostacolo, ma partecipa solo se sollecitato frequentemente, non sempre rispetta le consegne affidategli

“Adeguato”: l'alunno collabora in modo attivo e costruttivo, svolge le consegne che gli sono state affidate in modo corretto

“Eccellente”: l'alunno partecipa alle attività in modo originale e propositivo, fungendo da stimolo al lavoro di gruppo e dell'intera classe

RISULTATI OTTENUTI

Agli alunni è stata somministrata una prova scritta sommativa di fine percorso. Su 72 alunni partecipanti al percorso hanno svolto la prima verifica in 68. I 4 alunni assenti in prima battuta hanno affrontato una seconda prova in altra data, alcuni in forma orale, altri in forma scritta.

In accordo con le griglie di valutazione adottate dalla scuola i voti sono stati attribuiti in scala decimale, dall'1 al 10.

Il voto più basso è stato 3,5, quello più alto 9,5.

La media dei voti sui 68 alunni che hanno svolto la prova nelle date programmate è stata di 7,66.

Dopo le prove di recupero per i tre alunni che non hanno raggiunto la sufficienza nella prima verifica loro somministrata e per i quattro assenti, la media è divenuta 7,69.

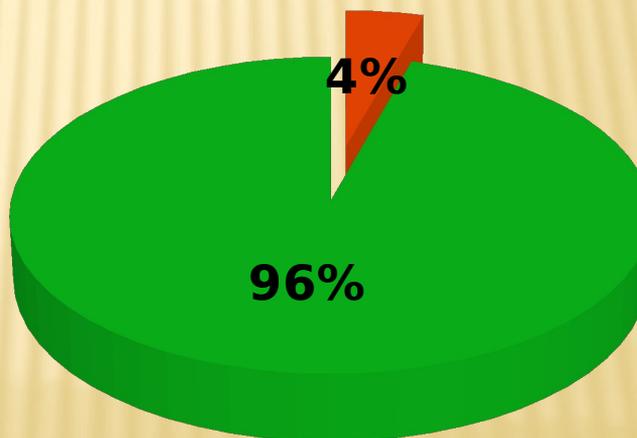
Solo un alunno non ha recuperato l'insufficienza.

Di seguito i risultati della verifica sostenuta dai 68 alunni presenti alla verifica.

Prove con valutazione inferiore alla sufficienza	3
distribuite nelle seguenti fasce	
gravemente insufficiente (3-4)	1
insufficiente (4-5)	1
lievemente insufficiente (5-6)	1

Prove con valutazione superiore alla sufficienza	65
distribuite nelle seguenti fasce	
sufficiente (6-7)	12
discreta (7-8)	18
molto buona (8-9)	16
eccellente (9-10)	19

- Valutazione inferiore alla sufficienza (3-5)
- Valutazione superiore alla sufficienza (6-10)



ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

La valutazione complessiva al termine del percorso LSS è eccellente sotto diversi punti di vista.

Verifica degli apprendimenti.

Solo il 4% degli alunni ha riportato una valutazione non sufficiente e, tra coloro che hanno riportato valutazione sufficiente, ben il 29% si è collocato nella fascia di eccellenza (voto 9-10).

Partecipazione e interesse

Da questo punto di vista i risultati più motivanti hanno riguardato quegli alunni che normalmente presentano maggiori difficoltà a intervenire e che hanno più timore nel “mettersi in gioco”. Questi ultimi hanno mostrato, anche al momento della verifica sommativa, di sentirsi artefici del progetto e da protagonisti hanno condiviso interpretazioni personali e originali rispetto alle diverse sollecitazioni che hanno incontrato.

PUNTI DI FORZA E PUNTI DI CRITICITA'

PUNTI DI FORZA

La metodologia laboratoriale, affiancata alle uscite sul campo che gli studenti hanno gestito in gruppo o individualmente, sono state particolarmente stimolanti per tutti i partecipanti al percorso. Questo indubbiamente li ha resi molto più partecipi alla realizzazione del progetto e ha permesso loro di sviluppare capacità di relazione e di collaborazione tra pari e con i docenti a livelli che difficilmente si raggiungono con la sola attività in aula.

La soddisfazione e l'entusiasmo mostrato dalla quasi totalità degli alunni è stato indubbiamente uno dei punti di forza di questo percorso. Tale entusiasmo è sfociato in ulteriori lavori di approfondimento di singoli alunni che hanno portato alla realizzazione di un piccolo erbario, di un lavoro di traduzione in lingua inglese, di una serie di tavole di disegni di fiori e frutti. Inoltre, alcuni studenti hanno manifestato il desiderio di poter realizzare un percorso LSS di genetica adattato a degli alunni della scuola elementare da proporre come attività per l'Alternanza Scuola Lavoro.

PUNTI DI CRITICITA'

L'aspetto con maggiore criticità è stato indubbiamente la gestione della risorsa tempo. Il tempo impiegato per la realizzazione di tutte le fasi previste nel percorso ha avuto bisogno di ritocchi che si sono concretizzati in un aumento di lavoro extracurricolare per alunni e docenti. Questo ha comportato la completa revisione della scansione degli argomenti previsti nel piano di lavoro della seconda parte dell'anno scolastico. Altra criticità è rappresentata dalla difficoltà nel coinvolgimento di altri docenti appartenenti a dipartimenti diversi presenti nella scuola.

VALUTAZIONE DEL PERCORSO – *ALUNNI-*

Al termine del percorso è stato chiesto agli alunni partecipanti di rispondere ad un test di valutazione del progetto a cui avevano partecipato:

Al test hanno risposto 70 alunni su 72 partecipanti. Dai risultati ottenuti è emerso che:

Il percorso proposto è stato considerato un valido momento di crescita conoscitiva per il 98% degli alunni. Le attività sono state correttamente organizzate per il 93% degli alunni.

La modalità utilizzata per affrontare il tema della genetica mendeliana nel nostro percorso è stata valutata ben adeguata per il 90% degli alunni.

VALUTAZIONE DEL PERCORSO – GRUPPO LSS –

Al termine dell'attività descritta, dal confronto all'interno del team dei docenti e dei tecnici che ha progettato e realizzato il percorso, è emerso quanto segue: la parte di ideazione del percorso si è rivelata, come da aspettarsi, quella più delicata. Per ridurre maggiormente le difficoltà nella fase di realizzazione, l'ideazione del percorso, dovrà essere più condivisa tra i docenti del Gruppo LSS, che dovrà cercare, in ogni modo, di allargare il suo numero di partecipanti. Il coinvolgimento di un maggior numero di docenti all'interno del Gruppo di ricerca LSS avrà come scopo quello di garantire un adeguato lavoro di ricerca metodologica e di applicazione, andando nella direzione dello sviluppo della collaborazione tra scuole di grado diverso, *“Sviluppo del curriculum in verticale”*, nonché nel favorire lo sviluppo della *“Rete territoriale”*, attraverso la quale permettere il coinvolgimento dei vari enti presenti sul territorio nella realizzazione dei percorsi LSS.

Alcuni aspetti dei percorsi affrontabili secondo la modalità LLS non potranno essere approfonditi fin tanto che alcune aree di studio non saranno rappresentate all'interno del team di lavoro e dunque uno dei principali obiettivi che deve essere perseguito è quello di far comprendere collegialmente le potenzialità di questo metodo di lavoro, rinnovando la richiesta di collaborazione ad altri colleghi.

L'esperienza è stata valutata positivamente dall'intero Gruppo LLS, sebbene siano stati sottolineati margini di miglioramento in vari ambiti, dalla gestione della risorsa tempo, alle modalità di realizzazione e somministrazione delle prove di verifica.