

ACCADEMIA MEDICA DI ROMA

**L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE DELLA SALUTE
NEL CICLO PRIMARIO DELLA SCUOLA DELL'OBBLIGO
(PROGETTO SCIESA)**

**IV ANNO
2016 – 2017**

Finito di stampare nel mese di ottobre 2018
presso la tipografia *Piada Imaging*
V.le Ippocrate, 154 - Roma

INDICE

Introduzione	5
Caratteristiche del “Progetto SCIESA” e sintesi delle attività svolte in precedenza	6
1. Motivazioni, obiettivi e modalità di intervento	6
2. Articolazione del piano d’insegnamento generale	14
3. Attività svolte nelle fasi precedenti	15
Il programma didattico per la quarta classe	17
Modulo 8: Il cervello e le reti: esterna con l’ambiente e interna con il proprio corpo	17
Obiettivi formativi	17
Contenuti formativi	18
Sussidi didattici	26
Modulo 9: Viaggiando nel mondo che non si vede: dall’organismo alle cellule, alle molecole	29
Obiettivi formativi	30
Contenuti formativi	32
1. Cellule e tessuti	32
2. Le molecole	36
3. Le molecole e le cellule	38
4. L’energia	41
Sussidi didattici	44
Incontri di lavoro con gli insegnanti	65
Valutazione del lavoro svolto	67
Premessa	67
Analisi di processo	68
Analisi di prodotto, verifica dei risultati	80
Diari di bordo	98
Allegato	100

INTRODUZIONE

Su iniziativa dell'Accademia Medica di Roma e di concerto con l'Accademia Nazionale dei Lincei, si è svolto, nel corso del suo quarto anno (anno scolastico 2016-2017), il Progetto SCIESA (insegnamento delle SCIENZE della SALUTE nella scuola elementare) in continuità con l'obiettivo di sperimentare l'insegnamento delle scienze della salute lungo l'intero quinquennio della scuola primaria. Come nei tre anni precedenti, il progetto è stato realizzato nei due plessi scolastici di via Asmara e di via Novara afferenti all'Istituto Comprensivo Luigi Settembrini di Roma, a favore degli stessi scolari delle quattro classi già impegnate nella sperimentazione, ora divenuti studenti di quarta elementare. L'attività di programmazione e di supervisione del progetto è stata condotta dal Gruppo SCIESA, costituito da Mario Stefanini, medico, biologo dello sviluppo, membro dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Antonio Cappelli, medico, epidemiologo, Flavia Capozzi, medico, neuropsichiatra infantile, tutti afferenti alla Sapienza Università di Roma; Silvia Caravita, biologa, esperta di educazione scientifica, afferente all'IRPPS (CNR); Gregorio Siracusa, medico, anatomo-fisiologo, afferente all'Università di Roma Tor Vergata. Come negli anni precedenti, le attività d'insegnamento in classe sono state realizzate dalle insegnanti delle quattro classi, Paola Cherubini, Roberta Corvi, Grazia Cossu, Elena Feliziani, Maria Eleonora Medici, Annarita Pierini, Grazia Zimbalatti, sotto la guida del Dirigente Scolastico e dei coordinatori dei due plessi Angelo Matrone e Claudia Regazzini. Il numero degli alunni coinvolti nella sperimentazione era di circa 80 unità.

Il progetto è stato finanziato durante il suo primo e terzo anno di attività dalla Fondazione Terzo Pilastro Italia e Mediterraneo (2013-2014 e 2015-2016) e dallo InterAcademy Partnership

(UNESCO) durante il secondo e quarto anno (2014-2015 e 2016-2017).

Questo libretto, relativo alle attività svolte nel quarto anno del progetto, così come quelli redatti al termine del primo, del secondo e del terzo anno, sono consultabili in lingua italiana e inglese sul sito dell'Accademia Medica di Roma al link:

http://www.accademiamedicadiroma.it/index.php?option=com_content&view=article&id=573&Itemid=106

Dal 2014 il Progetto SCIESA è divenuto un progetto dello InterAcademyPartnership (IAP) for Health, sul cui sito gli stessi libretti sono consultabili:

<http://www.iamp-online.org/content/health-science-education-compulsory-primary-schools>

CARATTERISTICHE DEL PROGETTO SCIESA E SINTESI DELLE ATTIVITA' SVOLTE IN PRECEDENZA

1. Motivazioni, obiettivi e modalità di intervento del progetto SCIESA (Scienze della salute)

1.1. Motivazioni

L'iniziativa di realizzare in una scuola elementare un progetto sperimentale di insegnamento delle Scienze della Salute muove dall'analisi del quadro epidemiologico della popolazione italiana fortemente caratterizzato da:

- un rilevante fenomeno di progressivo invecchiamento della popolazione con conseguente incremento delle malattie a carattere cronico – degenerativo proprie dell'età senile;
- la diffusione sempre più vasta di forme morbose tipiche della “società affluente”, definite dal WHO *Non Communicable Diseases*, (NCD) e notoriamente correlate a stili di vita scorretti o comunque rischiosi per la salute

(squilibri alimentari, tabagismo, tossicodipendenza, sedentarietà, stress, ecc.).

In conseguenza di questi fenomeni la domanda di assistenza sanitaria complessa della popolazione italiana tende continuamente ad aumentare provocando un progressivo incremento dei costi del Servizio Sanitario Nazionale.

Nel contesto delle attività di prevenzione particolare importanza assume la *prevenzione primaria*, quella cioè volta ad eliminare, o quanto meno a contrastare, le cause prime di quegli eventi morbosi che si vuole combattere.

L'*educazione sanitaria* è considerata un approccio preventivo di grande utilità per ridurre la diffusione delle patologie sopra citate. Le iniziative in questa direzione sono tuttavia soggette a critiche. Si è osservato infatti che in generale l'efficacia delle attività di educazione sanitaria realizzate nell'ambito della scuola primaria è abbastanza limitata e soprattutto non durevole nel tempo in quanto:

- le iniziative al riguardo hanno in genere un carattere occasionale e sporadico;
- nella loro maggioranza gli alunni son privi di quella formazione scientifica fondamentale, anche se elementare, che è condizione indispensabile per l'apprendimento consapevole e durevole;
- le informazioni trasmesse vengono di conseguenza recepite come regole o precetti di carattere apodittico non basati sull'evidenza.

Queste criticità sottolineano la necessità di un nuovo approccio all'*educazione sanitaria* che preveda un'attività sistematica di "promozione della salute", centrata sull'apprezzamento di "stili di vita sani e corretti". Questo nuovo approccio ad una educazione sanitaria *basata sulla scienza* si fonda sulla consapevole conoscenza del proprio corpo, dei suoi principali meccanismi regolatori e di difesa, e sulla capacità di

riconoscere i principali *fattori di rischio* per la salute che dovrebbero essere evitati.

In questa prospettiva il primo ciclo della scuola dell'obbligo rappresenta una sede elettiva di intervento dal momento che:

- le basi fondamentali del sapere e della formazione individuale si stabiliscono nell'età infantile;
- l'obbligo scolastico consente di coinvolgere nell'azione educativa pressoché la totalità dei minori oggetto dell'intervento;
- le premesse per la buona salute in età senile si stabiliscono sin dall'infanzia;
- se condotte in modo efficiente, queste attività possono coinvolgere anche le famiglie degli alunni.

In secondo luogo, un progetto educativo mirato può contribuire alla prevenzione a lungo termine di patologie croniche che condividono fattori di rischio, come una dieta malsana, mancanza di attività fisica, abuso di alcool, fumo, consumo di droghe. Dati recenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità mostrano che il 70% di tutti i decessi sono causati da malattie non trasmissibili (NCD). Inoltre, si prevede che il rapido aumento delle malattie non trasmissibili ostacolerà le iniziative di riduzione della povertà nei paesi a basso reddito.

Infine, si può facilmente introdurre gli alunni ad un metodo di insegnamento basato sulla loro partecipazione attiva al processo di apprendimento attraverso l'indagine (Inquiry Based Science Education, IBSE). Questa metodologia d'insegnamento, che si basa sull'evidenza sperimentale e sul ricordo di esperienze personali, è considerata favorire la rielaborazione delle conoscenze acquisite in un contesto strutturato e in forma duratura. Progetti pilota basati sull'IBSE sono attualmente sviluppati con successo in molti paesi. Solo pochi di loro, tuttavia, hanno esplorato le connessioni tra scienza e educazione sanitaria, con risultati interessanti ma limitati.

In sostanza, il nucleo di questa attività educativa è di trasmettere agli alunni una conoscenza scientifica, ancorché elementare, circa la struttura/funzione del proprio corpo e di contribuire alla loro capacità di affrontare positivamente i problemi che si troveranno ad affrontare nel corso della loro vita, acquisendo le cosiddette *abilità per la vita (skills for life)*, così definite dall'OMS.

1.2. Obiettivi

Sulla base delle motivazioni sopra ricordate, con il progetto SCIESA ci si è posto l'obiettivo di verificare la fattibilità di un intervento di formazione sistematica per *l'educazione alla salute basata sulla scienza* da realizzare nella scuola primaria con lo scopo di trasmettere agli alunni un insieme di conoscenze sulla conformazione e le funzioni del corpo umano che sia tale da impostare in termini razionali e scientifici i comportamenti e gli stili di vita ritenuti adeguati a prevenire in maniera efficace l'insorgenza di importanti forme patologiche di carattere infettivo e degenerativo.

A questo scopo si è ritenuto che le conoscenze da trasmettere – adeguatamente commisurate alle capacità di apprendimento degli alunni delle diverse classi del ciclo elementare – riguardino fondamentalmente:

- la conformazione generale e le principali funzioni del corpo umano con specifici riferimenti a diversi organi ed apparati;
- le relazioni con gli altri e più in generale con gli ambienti di vita intesi in termini onnicomprensivi;
- i più importanti fattori di rischio per la salute che possono manifestarsi in età giovanile ma che possono avere conseguenze in tutte le età della vita;
- i comportamenti e gli stili di vita atti ad evitare o contrastare i fattori di rischio e a prevenire quindi

gravi forme morbose che possono instaurarsi in età giovanile o adulta.

Per questa verifica di fattibilità si è scelto di realizzare il progetto sviluppandolo in quattro classi di una scuola elementare per tutta la durata del ciclo primario (un quinquennio) a partire dal primo anno di insegnamento.

1.3. Modalità di intervento

La strategia formativa adottata per il raggiungimento degli obiettivi sopra enunciati si è basata su due cardini fondamentali: il *metodo induttivo* e la *promozione di una costante ed attiva partecipazione degli alunni al processo formativo* in corso.

Questa strategia, volta anche a sviluppare le capacità critiche degli alunni nei confronti di un percorso didattico basato sull'evidenza, comporta:

- l'individuazione e la valorizzazione di episodi del comune quotidiano degli alunni (la vita familiare, l'attività scolastica, l'attività fisica, il gioco, le condizioni di benessere o di malessere, ecc.) utilizzati per impostare la formazione sulla base di esperienze concrete, spontanee o provocate;
- la diretta partecipazione al processo formativo degli alunni stessi, da promuovere in modo sistematico attraverso attività pratiche specificamente mirate al coinvolgimento individuale e interattivo di ciascun alunno;
- un'attività di formazione continua degli insegnanti che sono chiamati a svolgere in aula il programma didattico concordato;
- la collaborazione delle famiglie, da promuovere con attività periodiche di informazione (lettere ai genitori; incontri) durante tutto il corso operativo del progetto,

- la necessità di utilizzare, nell'impostazione e nella realizzazione della didattica, il metodo induttivo, che consente di valorizzare l'esperienza per fondare su basi durevoli e concrete l'apprendimento, evitando così i rischi dell'insegnamento di tipo meramente nozionistico.

Sulle basi di queste impostazioni generali, il piano di lavoro di ciascun anno didattico si articola nelle fasi di seguito enunciate:

a) Individuazione delle “esperienze di base”

La scelta delle esperienze di base da richiamare per impostare in maniera semplice e comprensibile il processo formativo viene effettuata tenendo conto della classe di età degli alunni e della loro caratteristiche sociali.

b) Elaborazione del piano didattico

Il piano didattico annuale, elaborato d'intesa tra il gruppo di lavoro SCIESA e gli insegnanti delle classi, è articolato in moduli, utilizzati poi dagli insegnanti stessi come guida alla didattica, relativi agli argomenti di volta in volta prescelti sulla base non solo delle indicazioni generali del progetto ma anche delle esigenze e delle indicazioni che possono emergere dall'esperienza didattica effettuata negli anni precedenti. Questa impostazione “flessibile” del programma didattico generale è stata ritenuta la più adatta a sviluppare in maniera efficace un esperimento formativo di carattere notevolmente innovativo.

Ogni modulo comprende:

- riferimenti alle esperienze del comune vissuto quotidiano cui riferirsi in via preliminare per suscitare l'interesse degli scolari nei confronti degli argomenti da trattare;
- l'enunciazione degli obiettivi formativi specifici che si intendono perseguire;

- l’analitica indicazione delle conoscenze da trasmettere;
- le modalità, possibilmente di carattere induttivo (*evidence based*), atte a trasmettere ciascuna delle conoscenze indicate;
- l’elenco dei sussidi didattici da utilizzare con le relative istruzioni per l’uso.

c) Elaborazione e produzione dei sussidi didattici

I sussidi didattici ritenuti necessari per lo svolgimento di ciascun modulo (materiale occorrente per svolgere elementari esperimenti, testi di drammatizzazioni, immagini da osservare, ecc.) vengono elaborati o prodotti dal gruppo di lavoro SCIESA e in seguito presentati agli insegnanti e con loro discussi.

d) Incontri di lavoro con gli insegnanti

Poiché è previsto che l’attività didattica in classe prevista dal progetto venga svolta dai normali insegnanti delle classi stesse, è risultato necessario prevedere la programmazione, prima e durante la realizzazione di ciascun modulo didattico, di alcuni incontri tra il gruppo di lavoro SCIESA e gli insegnanti stessi con l’intento di:

- illustrare e discutere il programma elaborato apportando le opportune modifiche se necessario;
- fornire agli insegnanti le indicazioni, gli strumenti e le indicazioni di uso (sussidi didattici, libri, ecc.).
- fornire, se è il caso, agli insegnanti un sintetico background di carattere biomedico sugli argomenti.

Gli incontri vengono effettuati in parte prima dello svolgimento del modulo e in parte in corso della relativa attività in classe secondo il metodo del “lavorare insieme”.

e) Presentazione ai familiari delle attività da svolgere

Allo scopo di stimolare l’attiva collaborazione delle famiglie, prima dell’inizio dell’attività in classe è previsto un incontro

con i familiari per presentare il piano didattico elaborato e le sue finalità. Partecipano all'incontro i familiari, gli insegnanti coinvolti nel progetto, la direzione della scuola e i membri del gruppo SCIESA. Durante l'anno scolastico sono inoltre previsti incontri periodici con le famiglie per raccogliere le loro opinioni e anche per valutare il livello di gradimento dell'attività svolta.

f) Realizzazione dell'attività didattica programmata

Per garantire il carattere di "normalità" dell'attività didattica da svolgere (per un insieme di 40 ore didattiche annuali) l'insegnamento in classe è affidato alle normali insegnanti della classe stessa che tuttavia fruiscono costantemente di una continua attività di monitoraggio e di assistenza tecnica assicurata dai membri del gruppo di lavoro SCIESA.

g) Valutazione dei risultati

La valutazione dei risultati formativi raggiunti viene effettuata secondo le linee di un progetto che prevede:

- la valutazione del livello di apprendimento individuale effettuata dagli insegnanti con semplici strumenti di rilevazione, o mediante attività progettate *ad hoc*;
- la valutazione meta-analitica della conoscenza acquisita dagli scolari
- valutazione meta-analitica - ottenuta mediante la documentazione periodica delle conversazioni in classe - della capacità degli scolari di ragionare in termini induttivi, di argomentare sui loro ragionamenti e di trarre conclusioni logiche e corrette, basate sulla documentazione periodica delle conversazioni in classe;
- valutazione del livello di apprezzamento e delle osservazioni critiche degli insegnanti coinvolti, della direzione della scuola e dei familiari degli alunni.

2. Articolazione del programma di insegnamento generale

Come già detto, il programma generale d'insegnamento è stato condotto in modo flessibile e modificato di volta in volta sulla scorta dell'analisi critica delle attività svolte negli anni precedenti.

La parte iniziale del programma (*imparare a leggere il libro della natura, per quanto concerne l'organizzazione strutturale e funzionale del corpo umano*) è stata sviluppata durante i primi due anni (anni 1 e 2 della scuola primaria) ed è stata dedicata all'ambiente, ai problemi ambientali e concetti base dell'anatomia funzionale, affrontata come anatomia "percepibile", finalizzata a far sì che gli scolari acquisiscano consapevolezza delle esperienze specifiche della vita quotidiana, nonché del proprio corpo attraverso semplici esperimenti di classe basati sull'osservazione diretta il corpo umano. In fase operativa si è provveduto ad elaborare i programmi dettagliati di intervento (moduli didattici) e a realizzare concretamente le relative attività per la prima e la seconda classe del corso elementare del plesso scolastico prescelto.

I Moduli somministrati sono stati:

primo anno:

- Modulo 1. *Noi e l'ambiente* (concetto di ambiente e condizioni del benessere ambientale).
- Modulo 2. *Il corpo umano e il movimento* (conformazione generale del corpo umano e anatomia funzionale percepibile dell'apparato muscolo-scheletrico).
- Modulo 3. *Relazioni e scambi tra l'uomo e l'ambiente* (ciò che entra e ciò che esce);

secondo anno:

- Modulo 4. *Il cuore e i vasi sanguigni* (anatomia funzionale percepibile dell'apparato cardiovascolare).
- Modulo 5. *Il cervello* (il viaggio dei segnali).

La seconda parte del programma (*imparare, sperimentando, gli aspetti fondamentali delle funzioni corporee*) è stata erogata durante il terzo e l'attuale quarto anno, sviluppando ulteriormente argomenti trattati in precedenza.

I Moduli somministrati sono:

terzo anno:

- Modulo 6. *I sensi* (inteso a focalizzare l'attenzione degli scolari sulle percezioni sensoriali)
- Modulo 7. *Il viaggio della conoscenza* (le funzioni mentali superiori):

quarto anno:

- Modulo 8: *Il cervello e le reti: esterna con l'ambiente e interna con il proprio corpo*, inteso a richiamare e consolidare le conoscenze degli alunni relativamente alle problematiche ambientali e alle relazioni "di rete"
- Modulo 9: *Viaggiando nel mondo che non si vede, dall'organismo alle cellule, alle molecole*, finalizzato a trasmettere conoscenze elementari ma fondamentali sulla struttura e le funzioni della cellula).

Gli argomenti trattati durante il quarto anno sono dettagliatamente descritti in questo libretto.

La terza ed ultima parte del programma (*prendere coscienza dei fattori di rischio per la salute e imparare come contrastarli*) sarà sviluppata nell'ultimo anno (quinto) della scuola primaria.

3. Attività svolte nelle fasi precedenti

Nella fase preliminare di impostazione del progetto (2011–2012) sono state svolte le seguenti attività:

- elaborazione del progetto per l'Accademia Nazionale dei Lincei;
- presentazione del progetto per valutazione e discussione a livello nazionale (Accademia dei Lincei, Accademia Medica di Roma) e internazionale (executive committee dell'*InterAcademy Partnership for Health*);
- presentazione del progetto SCIESA alla Fondazione Terzo Pilastro - Italia e Mediterraneo che ha cofinanziato il programma, insieme all'Accademia Medica di Roma, per il primo e il terzo anno di attività;
- definizione di un protocollo di accordo con l'Ufficio Scolastico Regionale del Lazio per la realizzazione del progetto, in via sperimentale, in un complesso scolastico di Roma;
- definizione di un protocollo d'accordo con l'Istituto Settembrini per l'inizio delle attività nelle quattro classi di prima elementare (sedi di Via Asmara e di via Novara) e la successiva prosecuzione dell'intervento per l'intero quinquennio.

PROGRAMMA DIDATTICO PER LA QUARTA CLASSE

Il programma didattico per la quarta classe elementare (anno scolastico 2016-2017) è stato elaborato seguendo le impostazioni metodologiche proprie dell'intero progetto già precedentemente ricordate.

L'articolazione dei due moduli è riportata nel dettaglio nelle sezioni che seguono.

MODULO 8 IL CERVELLO E LE RETI: ESTERNA CON L'AMBIENTE E INTERNA CON IL PROPRIO CORPO

1. OBIETTIVI FORMATIVI

Il modulo si propone l'obiettivo di richiamare alla memoria degli alunni, specificandolo in modo ulteriore, il concetto onnicomprensivo di ambiente e di sottolineare la fondamentale importanza della dinamica di rete e degli scambi che grazie a questa si verificano tra gli elementi di un ambiente e tra ambienti diversi.

Al termine del modulo gli alunni saranno in grado di:

- avere meglio acquisito e confermato il concetto onnicomprensivo di ambiente come insieme dei diversi elementi, tra loro collegati, che lo compongono;
- valutare le caratteristiche che distinguono i diversi ambienti;

- conoscere la natura e l'importanza delle relazioni che si stabiliscono tra i diversi elementi di uno stesso ambiente e tra ambienti diversi (relazioni di rete);
- conoscere la natura e l'importanza che hanno gli scambi continuamente in atto tra gli elementi di uno stesso ambiente e tra ambienti diversi;
- rendersi conto che lo stesso organismo umano può essere considerato “un ambiente” e come tale dispone, quale condizione della sua sopravvivenza, di una dinamica di rete (rete interna) che consente la continuità delle relazioni e degli scambi tra gli elementi che lo compongono (gli organi e gli apparati), la percezione, elaborazione e integrazione di segnali provenienti dalle reti esterne.

2. CONTENUTI FORMATIVI

Le specifiche didattiche per il raggiungimento degli obiettivi sopra enunciati sono di seguito riportate (in **neretto** le conoscenze da sviluppare in termini prevalentemente induttivi; in *corsivo* le esperienze da utilizzare).

CONCETTO DI AMBIENTE (RICHIAMI)
--

L'ambiente è lo spazio che di volta in volta ci circonda considerato con tutte le sue caratteristiche e cioè con tutti gli elementi che lo compongono e che contribuiscono a caratterizzarlo (territorio, strutture edilizie, esseri viventi, oggetti, condizioni climatiche, condizioni emotive e relazionali, ecc.)

- *Cartellone dell'ambiente “classe”:* chiedere agli alunni di elencare tutti gli elementi che contribuiscono a costituire l'ambiente in cui si trovano (la classe) e trascrivere questi elementi in un cartellone suddividendoli nelle categorie principali (strutture edilizie quali muri, pavimento, soffitto, porte finestre; esseri umani e loro ruolo; animali;

piante; arredamenti e suppellettili; condizioni del clima, della temperatura, dell'illuminazione, della rumorosità, della pulizia, dell'ordine ecc.; condizioni dell'aria ed eventuali odori; caratteristiche relazionali; caratteristiche emotive come allegria, tristezza, ordine, disordine, ecc.).

- *Assegnare a coppie di alunni l'immagine di un ambiente e chiedere di descriverlo, individuando gli elementi che lo costituiscono.*

L'ambiente nel quale ci si trova può essere preso in considerazione secondo diverse dimensioni (ambiente circoscritto e ambiente allargato).

- *“Cartellone–schema” degli ambienti, sempre più larghi, che contengono la classe: elaborare insieme agli alunni un “cartellone–schema” che indichi, con un sistema di cerchi concentrici, gli ambienti via via più ampi che contengono la classe (classe, scuola, quartiere, città, regione, nazione, continente, ecc.).*
- *Individuare insieme agli alunni tutti i fattori esterni all'ambiente in cui si trovano (la classe) che possono influenzare l'ambiente stesso (condizioni dell'edificio, clima, aria, rumorosità esterna, luminosità, approvvigionamento idrico ed elettrico, sistema di smaltimento dei rifiuti, ecc.).*

Alcuni ambienti circoscritti possono anche essere molto piccoli

- *Mostrare agli alunni una piastra con un terreno di cultura (ambiente dove vivono e si moltiplicano i microrganismi).*
- *Costruire in classe un habitat (una scatola di scarpe, un barattolo) con le caratteristiche adatte e necessarie per far crescere degli insetti.*

Abitualmente la nostra vita si svolge passando ogni giorno e più volte al giorno in ambienti diversi

- *Mostrare e discutere immagini di ambienti diversi (classe, casa, parco, città, paese, mare, montagna, ecc.).*
- *Chiedere agli alunni di elencare sinteticamente gli ambienti diversi in cui sono stati il giorno precedente.*
- *Chiedere agli alunni quali altri ambienti conoscono avendoli visitati in vacanza o in viaggio o perché ci abitano parenti.*
- *Esperienza di allevamento e osservazione dei bruchi (Vedi sussidi didattici: discutere con gli alunni l'esperienza sotto l'aspetto ambientale cercando di sottolineare l'importanza che i cambiamenti di ambiente ha avuto per la colonia di bruchi (dall'ambiente naturale a quello artificiale) e le conseguenze che questi cambiamenti hanno determinato (modificazione dei bisogni, segnali, ecc.).*

Ogni ambiente presenta delle sue caratteristiche di carattere relazionale-emotivo

- *Mostrare e discutere immagini di ambienti diversi dal punto di vista relazionale-emotivo (ambienti belli, brutti, tristi, allegri, pericolosi, ecc.).*
- *Chiedere agli alunni riuniti a coppie di immaginare e disegnare un ambiente (la loro stanza, la casa, la classe) che contenga quello che può farli vivere bene durante una giornata (perché permette di fare attività, di rispondere ai loro bisogni, di divertirli, di tranquillizzarli, ecc.).*
- *Mostrare a tutta la classe i disegni e sulla base di questi cercare di progettare insieme "l'ambiente ideale" ritagliando dai singoli disegni gli elementi ritenuti adatti. Elencare infine sulla lavagna gli elementi che compongono l'ambiente ideale. raggruppati per categorie (spazi fisici, aria, clima, oggetti, persone, cibi, piante, rumori, regole, tipi di attività, relazioni personali, ecc.).*

Uno stesso ambiente cambia continuamente

- *Sperimentare insieme agli alunni, in maniera semplice, cambiamenti di ambiente della classe (più luminoso, più scuro; silenzioso, chiassoso; più caldo, più freddo, ecc.).*
- *Individuare insieme agli alunni i possibili cambiamenti di ambiente relativi al clima, al ritmo giorno/notte, agli odori, ai rumori, alla luminosità, alle sensazioni che si percepiscono (tranquillità, paura, rabbia, ecc.).*
- *Invitare gli scolari a individuare e annotare modifiche avvenute nella classe, nella scuola, tra i compagni e in loro stessi rispetto all'anno precedente.*

Le caratteristiche di un ambiente possono essere migliorate o peggiorate

- *Sollecitare gli alunni a individuare elementi che a loro parere sono critici, sia in senso fisico che sociale, nell'ambiente "classe". Discutere quali di questi elementi non sono modificabili e perché; quali e perché invece si possono modificare.*
- *Progettare e cominciare a mettere in atto un piano fattibile di miglioramento dell'ambiente-classe proponendosi di controllarne la realizzazione nel tempo.*

LE RELAZIONI DI RETE

Concetto di rete: insieme di più elementi, tutti collegati tra loro allo scopo di effettuare scambi.

- *Iniziare questa sezione con il "Gioco del gomito" (vedi sussidi didattici)*
- *Mostrare e commentare con gli scolari immagini schematiche di rete (elementi tutti collegati fra loro per "permettere" o per "impedire" scambi) e di "non rete" (elementi non collegati o collegati solo parzialmente). I concetti di "collegamento" e di "scambio" sono fondamentali.*

- *Esempi di rete: un bambino collezionista (francobolli, figurine di calciatori, bambole, ecc.) deve “mettersi in rete” (collegarsi) con altri collezionisti per effettuare scambi; rete telefonica: tanti telefoni collegati tra loro per stabilire contatti tra persone; rete commerciale: tanti negozi collegati tra loro per scambiarsi ordini, merci e informazioni, ecc.)*
- *L’esempio più evidente di “rete” è dato da internet che collega milioni di persone in grado di scambiarsi continui flussi di informazioni (per questo internet si chiama anche “la rete”).*

Tutti gli esseri viventi, animali o vegetali, sono costantemente *in rete* e cioè in continua relazione con l’ambiente (ambiente fisico, uomini, animali, piante) nel quale si trovano

- *Mostrare e discutere immagini di vita relazionale dell’uomo (la rete a casa, la rete a scuola, la rete nel parco giochi, la rete in un gioco di squadra ecc.). Far riflettere gli scolari su come per agire correttamente in una specifica rete, sia necessario avere conoscenza delle modalità di interazione e di eventuali regole proprie di quella rete.*
- *Fare argomentare gli scolari su come segnali identici possano assumere significati diversi al cambiare della rete relazionale.*
- *Mostrare e discutere immagini di animali in rete e dei relativi tipi di scambi: segnali sonori (abbaiare o miagolare per chiedere il cibo, ecc.); segnali di varia natura (visivi, olfattivi, acustici, tattili ecc.) che consentono loro di giocare con scolari o con altri animali, di volare in stormi o sciame, di volare di fiore in fiore, di aggredire altri animali, ecc..)*
- *Mostrare e discutere immagini di piante in rete (il girasole che orienta il fiore in funzione del segnale*

luminoso; i fiori che si chiudono all'arrivo della notte; segnali visivi e olfattivi - colori e profumi - che i fiori utilizzano per attirare insetti e consentire l'impollinazione; segnali tattili che consentono all'edera di aggrapparsi all'albero per sostenersi e crescere, ecc.).

Le relazioni di rete si stabiliscono con i mezzi più diversi e possono essere sia positive che negative

- *Individuare insieme agli alunni ed elencare sulla lavagna i possibili mezzi con i quali si stabiliscono relazioni di rete (messaggi visivi e uditivi, contatti fisici come dare la mano o una pacca sulle spalle, comunicazioni telefoniche, messaggi olfattivi, ecc.).*
- *Individuare insieme agli alunni ed elencare sulla lavagna relazioni di rete positive (giocare, fare sport viaggiare, ecc.) o negative (litigare, azzuffarsi, fare la guerra, ecc.).*

Negli esseri umani e negli animali superiori il cervello ha una funzione centrale per stabilire e sviluppare relazioni di rete

- *Richiamare le nozioni apprese relative alla capacità del cervello di interpretare segnali, di collegarli tra loro, di confrontarli con quanto ritenuto in memoria, di organizzare pensieri, di elaborare messaggi, ecc. (vedi Modulo 5 "Il viaggio dei segnali").*

GLI SCAMBI NELLE RELAZIONI DI RETE

Una forma importante di relazione tra gli elementi di un ambiente e tra ambienti diversi è rappresentata dagli scambi che avvengono continuamente.

- *Formulare insieme agli alunni un elenco, da scrivere sulla lavagna, di scambi che si possono individuare tra gli elementi che costituiscono l'ambiente - classe.*

Gli scambi che avvengono tra gli elementi di uno stesso ambiente e tra ambienti diversi sono di varia natura (sostanze fisiche naturali, sostanze fisiche artificiali, messaggi, conoscenze, usanze, opinioni, gusti, canzoni, amicizia, emozioni, amore, odio ecc.)

- *Chiedere agli alunni di cercare su giornali illustrati o sul web immagini di scambi.*
- *Chiedere agli alunni di registrare per scritto la natura degli scambi trovati in immagine distinguendo quelli di natura fisica (scambi di cibo, bevande, oggetti, ecc.) da quelli di tipo sociale, relazionale e affettivo.*

Gli scambi possono essere effettuati con svariati mezzi

- *Formulare insieme agli alunni esempi del modo con cui gli scambi possono essere effettuati (a voce, con gesti, attraverso collegamenti visibili e invisibili come strade, mezzi di locomozione, linee elettriche e telefoniche, tubazioni, persone che si spostano, semi che volano, animali che si spostano o sono trasportati, ecc).*

Gli scambi all'interno dell'ambiente e tra gli ambienti sono indispensabili non soltanto per la vita di relazione ma anche per lo stesso mantenimento in vita

- *Formulare insieme agli alunni un elenco degli scambi più abituali che si ritengono importanti per la vita di relazione (scambi verbali, scambi visivi, segnali emozionali, scambi di cortesia, ecc.).*
- *Formulare insieme agli alunni un elenco degli scambi che si ritengono indispensabili per la sopravvivenza (aria, acqua, cibo, ecc.).*

LA RETE INTERNA NEL CORPO UMANO

Anche il corpo umano può essere considerato “un ambiente” e come tale possiede al suo interno numerosi elementi (gli organi e gli apparati) che sono tra loro in continua relazione e quindi in rete (rete interna)

- *Con riferimento a nozioni già in precedenza apprese, formulare insieme agli alunni esempi di relazioni di rete tra diversi organi ed apparati del corpo (circolazione del sangue, circolazione dell’ossigeno, ciclo dei nutrienti, fenomeni riflessi, ecc.).*

Oltre a svolgere una funzione di rete con l’ambiente, il cervello riceve informazioni (stimoli e sensazioni) anche dai recettori sparsi nel corpo

- *Richiamare le nozioni già apprese relative allo scambio di segnali tra il cervello e i recettori presenti in varie parti del corpo (v. Modulo 5 “Il viaggio dei segnali”).*

La dinamica di rete nel corpo umano consente di effettuare scambi che sono indispensabili per la vita

- *Proporre qualche minuto di immobilità, in silenzio e a occhi chiusi, per concentrarsi su ciò che si “sente” del proprio corpo e confrontarsi sulle sensazioni ricevute.*
- *Sollecitare gli scolari a suggerire esempi di segnali che provengono dal nostro stesso corpo (stimoli: fame, sete, bisogni corporali; sensazioni: stanchezza, benessere, malessere, dolore, prurito, vertigini; ecc.).*
- *Stimolare gli alunni a individuare il significato dei segnali interni “di allarme” come il dolore (c’è un organo che soffre); il prurito (qualcosa irrita la mia pelle); la febbre, un senso di malessere, le vertigini, la nausea (ho qualche malattia); lo sbadiglio (mi annoio oppure ho sonno); il*

senso di fame (devo mangiare; la pelle d'oca (ho freddo); il sudore (caldo, fatica).

- *Domandarsi, insieme agli scolari, quale tipo di relazione stabiliscano questi segnali (la relazione di noi con noi stessi) e se queste sensazioni (quello che sentiamo dentro di noi) hanno qualche conseguenza/relazione con il mondo esterno, con gli altri.*
- *Domandarsi insieme agli scolari se, oltre allo scambio di segnali, si verificano nel nostro organismo altri tipi di scambio indispensabili alla vita (ossigeno, sangue, nutrienti sostanze da scartare, ecc.).*

Molti di questi segnali che provengono dal nostro interno possono essere “di allarme” e servono cioè a renderci consapevoli di qualcosa che non va bene nel nostro organismo

- *Stimolare gli scolari a individuare il significato di segnali interni: dolore (c'è un organo che soffre); prurito (qualcosa irrita la mia pelle); febbre, malessere, vertigini (ho qualche malattia); sbadiglio (mi annoio oppure ho sonno); il senso di fame (devo mangiare).*

SUSSIDI DIDATTICI

Esperienza di allevamento e osservazione dei bruchi:

1. Dove trovare i bruchi. Il momento migliore per trovarli è durante la primavera e l'estate. Il luogo migliore dove trovarli è sulle piante che li ospitano, perché solitamente vivono attaccati alla loro fonte di nutrimento: vanno cercati tra le foglie di qualsiasi pianta in un giardino o al parco. Raccogliere anche qualche ramoscello e molte foglie della stessa pianta, che serviranno per nutrirlo.

2. Come allevarli. I bruchi vanno maneggiati con attenzione perché sono molto delicati. Alcuni bruchi hanno peli che possono irritare la pelle, quindi meglio evitare di toccarli a mani nude. Per allevare i bruchi (non troppi tutti insieme) può bastare un barattolo di vetro (da 1 litro) da chiudere con una garza fermata da un elastico. Mettere nel barattolo uno dei ramoscelli e sul

fondo un kleenex umido da cambiare ogni giorno perché raccoglie le loro feci. Per nutrire i bruchi fornire loro alcune foglie della pianta dalla quale sono stati presi: c'è un'alta probabilità che sia la sua pianta ospite (le mangiano molto rapidamente). Tenere il barattolo alla luce e all'aria ma non al sole. Ad un certo punto i bruchi si attaccano al ramoscello o alle pareti e si avvolgono nel bozzolo: questa è la fase più delicata: non devono essere disturbati. Non vogliono troppa umidità e se va tutto bene in qualche settimana metamorfosano in una farfalla o un bell'insettino marrone e giallo. La durata del processo dipende anche dalla grandezza dei bruchi in partenza, se sono lunghi 1 cm circa completano la metamorfosi in circa 3 settimane, anche in relazione alla temperatura dell'ambiente.

Un link dove trovare tutte le istruzioni per allevare i bruchi:
<https://www.wikihow.it/Allevare-Bruchi>

Concetto di rete: Il gioco del gomitollo (proposta di Feliziani)

Prima dell'inizio della ricreazione, si potrebbe dare ad ogni bambino un gomitolino (colori diversi ad ogni bambino) la cui estremità è legata alla gamba del proprio tavolo. Si spiegherà loro che dovranno fare ricreazione comportandosi come sempre ma spostandosi con cautela e attorcigliando il filo al banco presso cui sceglieranno di giocare. Spiegheremo che alla fine della ricreazione vedremo cosa è accaduto. Ci saranno scolari che avranno effettuato più spostamenti, altri che ne avranno fatto uno soltanto.

In realtà si dovrebbero creare delle piccole ragnatele, nelle varie aree della classe, che renderanno visibili gli scambi avvenuti. Da lì si potrebbe partire con i contenuti del modulo sulle reti.

Il cervello riceve informazioni anche dai recettori sparsi nel corpo

Gioco “*La mappa delle sensazioni*” (dal libro Di Pietro M., Dacomo M., 2007, *Giochi e attività sulle emozioni*. Edizioni Centro Studi Erickson, (p. 53, modificato): Lo scopo del gioco è di imparare a distinguere tra le sensazioni provate a livello fisico e le sensazioni emotive.

Materiali

Un foglio bianco grande, da attaccare ad una parete, in basso

Post-it di due colori

Preparare una lista di condizioni fisiche ed emotive (fotocopiare la lista)

Trascrivere sui *post-it* di un colore le condizioni fisiche e sui *post-it* dell'altro colore quelle emotive

Procedura

Disegnare col pennarello la sagoma di un bambino fatto appoggiare sul foglio

L'insegnante forma due gruppi a cui consegna i post-it dei due colori. L'insegnante legge dalla lista una alla volta le condizioni fisiche o emotive e chiede agli scolari di attaccare sulla sagoma i *post-it* corrispondenti: "In quale parte della sagoma attaccheresti il *post-it*?"

Nella discussione che accompagna questa decisione l'insegnante non interviene a modificare le scelte degli scolari, ma chiede di giustificare le loro scelte, eventualmente suggerendo una controproposta o chiedendo se gli altri sono d'accordo.

Nella discussione che segue al completamento del cartellone, l'insegnante sottolineerà la differenza di colori e chiederà se tutti i cartellini di uno stesso colore hanno qualcosa in comune, se si può dare un nome alle due categorie, se è possibile far diminuire o crescere certe sensazioni (piacevoli o spiacevoli), e come.

MODULO 9
VIAGGIANDO NEL MONDO
CHE NON SI VEDE
Dall'organismo alle cellule, alle molecole

Individuazione, valorizzazione e condivisione di esperienze del comune vissuto quotidiano degli scolari.

Introdurre l'argomento invitando gli scolari a ricordare momenti della loro vita e quanto hanno appreso durante il lavoro fatto con SCIESA. Cosa è successo quella volta che si sono feriti? Cosa è uscito da una ferita? (*il sangue*). Cosa abbiamo imparato sul sangue? Cosa c'è nel sangue? Argomentare con gli scolari per portarli a ricordare che il sangue non è costituito soltanto da un liquido ma anche da cellule, come ad esempio quali? (*i globuli rossi*). Nel progetto SCIESA sono mai state nominate altre cellule? Quali? Argomentare per giungere alla conclusione che nel cervello ci sono cellule che si chiamano *neuroni* e forse ricorderanno anche che nei muscoli ci sono le *cellule muscolari*. Ma avete potuto vedere i globuli rossi nel sangue fuoriuscito dalla ferita? Avete visto i neuroni quando avete osservato il cervello? E le cellule muscolari erano visibili nel cuore di maiale che vi abbiamo mostrato? Perché no? Perché non riusciamo a vederle le cellule? Argomentare finché gli scolari arrivano a concludere che non le hanno potute vedere perché le cellule sono molto piccole. Come possiamo fare per vedere, o vedere meglio, un oggetto molto piccolo? Argomentare con gli scolari finché non emerga che è possibile vedere degli oggetti minuscoli se vengono ingranditi grazie all'uso di lenti.

1. OBIETTIVI FORMATIVI

Al termine del Modulo gli alunni avranno acquisito le seguenti conoscenze relative alla cellula:

1. Ogni essere vivente è costituito da una certa quantità di materia che è organizzata in unità strutturali fondamentali chiamate *cellule*.
2. Ogni essere vivente è formato o da una singola cellula (ad esempio, i batteri), o da un aggregato di cellule funzionalmente coordinate tra loro.
3. Le cellule di tutti gli esseri viventi hanno presso a poco la stessa piccolissima dimensione. Le grandi differenze di dimensione che si osservano tra gli esseri viventi (ad esempio tra un elefante e una formica) non sono dovute alle dimensioni delle cellule bensì alla loro numerosità.
4. Per le loro piccole dimensioni, le cellule non possono essere viste ad occhio nudo. Per osservarle e studiarle bisogna usare speciali apparecchi, i *microscopi*, che servono a ingrandire.
5. Le cellule che costituiscono le specie animali hanno tutte la stessa organizzazione generale. In particolare in tutte si riscontra:
 - (a) la presenza di un sottile rivestimento, detto *membrana cellulare*, che le avvolge completamente, separa fisicamente il contenuto del loro interno dall'ambiente circostante e regola lo scambio di materia tra l'interno e l'esterno. La cellula quindi riceve nutrimento attraverso la sua membrana;
 - (b) la presenza di una formazione rotondeggiante, chiamata *nucleo*, immersa nel *citoplasma*, materia che riempie lo spazio tra nucleo e membrana cellulare. Il nucleo contiene tutte le informazioni necessarie per far funzionare la cellula, il cosiddetto *patrimonio genetico*. Si tratta in sostanza di un

libretto di istruzioni che le cellule consultano di continuo per compiere la maggior parte delle loro funzioni. Queste informazioni determinano le caratteristiche di ogni specie e del singolo individuo. Il patrimonio genetico viene trasmesso da una generazione all'altra.

(c) la presenza dei meccanismi intracellulari che servono a farle accrescere e moltiplicare, consentendo così l'accrescimento corporeo. Infatti, un essere vivente si accresce aumentando il numero delle sue cellule, che si dividono ripetutamente. La moltiplicazione cellulare consente inoltre agli esseri viventi, che hanno una durata di vita limitata, di continuare ad essere presenti sulla terra grazie alla loro capacità di riprodursi dando origine a nuovi individui.

(d) la presenza di energia, immagazzinata in molecole, che le cellule usano per svolgere le operazioni vitali che debbono avvenire al loro interno. Come tutti i processi, anche quelli che servono a mantenere in vita le cellule, hanno bisogno di una sorta di "spinta" costante, necessitano cioè di *energia* per accadere.

6. Come tutta la materia, la cellula è formata da particelle tanto piccole da non poter essere osservate nemmeno con il microscopio. Queste particelle si chiamano *molecole* che a loro volta sono composte da parti più piccole chiamate *atomi*.

Al termine del modulo, lo scolaro sarà capace di associare ogni singolo organismo vivente (semplice, come un batterio o un lievito, o molto complesso, quale può essere un uomo) a strutture organizzate invisibili ad occhio nudo (le cellule) e all'attività dei processi molecolari che avvengono al loro interno. Sarà inoltre capace di comprendere che la cellula si mantiene in vita estraendo dall'ambiente circostante energia e sostanze utili per accrescersi e moltiplicarsi.

2. CONTENUTI FORMATIVI

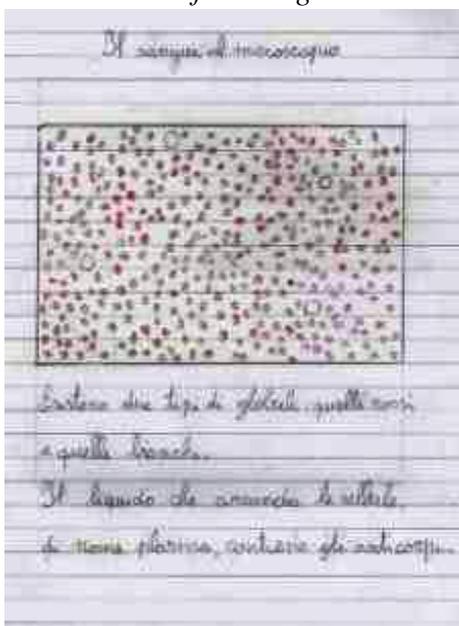
Il percorso didattico per il raggiungimento degli obiettivi sopra enunciati è di seguito riportato (in **neretto** le conoscenze da sviluppare in termini induttivi; in *corsivo* le esperienze da utilizzare).

1. Cellule e tessuti

Per studiare come sono organizzati gli organismi viventi non basta l'osservazione a occhio nudo, ma è necessario utilizzare strumenti che ingrandiscono ciò che si osserva.

Far verificare agli scolari che con una lente d'ingrandimento si possono vedere gli oggetti ingranditi e osservarne i dettagli. Sottoporre poi all'osservazione anche uno striscio di sangue (vedi Sussidi didattici: Osservazione di oggetti con una lente d'ingrandimento).

Prendendo spunto dall'impossibilità identificare i globuli rossi con la lente d'ingrandimento, introdurre il microscopio ed il suo uso. Far acquisire agli scolari la conoscenza che il microscopio ha un forte potere d'ingrandimento, molto maggiore di quello di una lente, facendo osservare gli stessi oggetti con lo stereomicroscopio. Far quindi osservare al microscopio lo striscio di sangue al fine di mostrare agli scolari che con questo strumento possono rico-

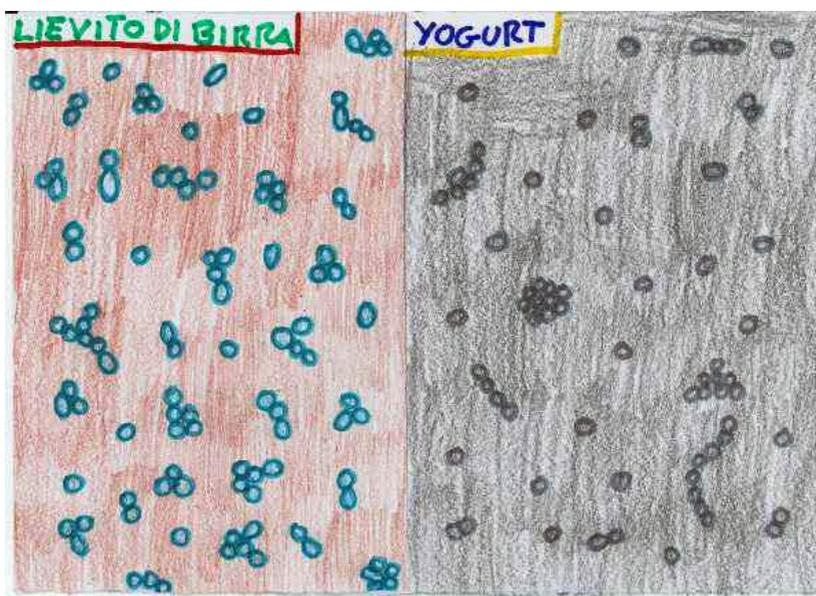


noscere i globuli rossi. (vedi Sussidi didattici: Osservazione di oggetti con il microscopio).

Organismi unicellulari

Con l'osservazione al microscopio di organismi unicellulari facilmente reperibili, quali ad esempio le cellule del lievito di birra o i batteri dello yogurt, è possibile introdurre il concetto che gli organismi viventi sono fatti di cellule e acquisire una informazione generale sulla organizzazione di queste.

Cosa notiamo guardando al microscopio un preparato di lievito di birra? (vedi Sussidi didattici: Osservazione di organismi unicellulari).

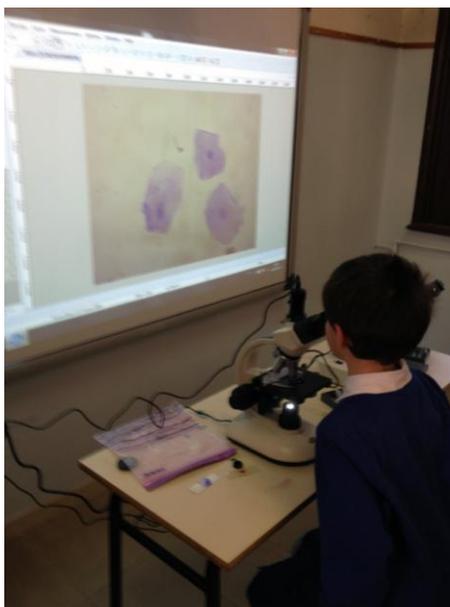


Organismi pluricellulari

Anche gli esseri viventi più grandi sono fatti di cellule, tanto più numerose quanto più grande è l'organismo che si osserva. Come quelle che abbiamo osservate nel lievito di birra, queste cellule sono formate da un involucro che le avvolge (la membrana cellulare), un nucleo che appare come una specie di

pallino situato al centro della cellula e il citoplasma che è lo spazio compreso tra la membrana cellulare e il nucleo (vedi Sussidi didattici: Osservazione di organismi pluricellulari).

In uno striscio di mucosa orale umana colorato, così come nell'epitelio di una cipolla si potrà ad esempio osservare che le cellule sono nettamente distinte dall'ambiente che le circonda grazie ad una membrana che la racchiude, che tuttavia non riusciamo a vedere distintamente perché è sottile, anche se ne intuiamo la presenza. Sarà invece ben visibile il nucleo.



Il nucleo apparirà come un semplice pallino all'interno di ciascuna cellula. In realtà è un organello estremamente complesso. Argomentare con gli scolari sulla complessità delle funzioni che le cellule del nostro corpo svolgono. I globuli rossi cosa fanno? (trasportano ossigeno). E le cellule che formano i nostri muscoli cosa fanno? (si contraggono). E le cellule nervose? (trasportano segnali ai nostri muscoli per farli contrarre). Ma le cellule del nostro organismo come fanno a

svolgere funzioni così diverse? Per far riflettere agli scolari su questo complesso argomento interagire con loro paragonando il nucleo di una cellula all'hard disk di un computer. Per giocare con videogame diversi al computer cosa devi fare? (ogni volta devo cambiare programma). E' ragionevole pensare che una cellula abbia a disposizione molti programmi diversi tra cui scegliere cosa diventare e come funzionare?

Prendendo spunto da questa possibile analogia, spiegare che questo è proprio quello che succede nelle cellule di un individuo. Quando un bambino è così piccolo che si potrebbe studiarlo al microscopio e sta ancora nella pancia della mamma, le poche cellule che lo formano sono più o meno tutte uguali. Nei loro nuclei tuttavia sono contenuti una grande quantità di programmi diversi che le cellule possono selettivamente attivare per poter diventare cellule diverse (muscolari, nervose, del sangue ecc.) e svolgere funzioni diverse. Il nucleo quindi contiene quindi una sorta di libretto d'istruzioni per la costruzione e il funzionamento dell'organismo, il cosiddetto patrimonio genetico, che le cellule consultano e utilizzano di continuo durante lo sviluppo dell'organismo e per compiere la maggior parte delle loro funzioni. Il patrimonio genetico viene trasmesso da una generazione all'altra ed è costituito da una parte fissa che è quella caratteristica di ciascuna specie e da una parte variabile che fa sì che nella stessa specie ci siano individui di aspetto diverso. Queste informazioni variabili determinano molte caratteristiche del singolo individuo, quali ad esempio il colore degli occhi, dei capelli e della pelle, il temperamento e così via. Il patrimonio genetico è capace anche di piccole ri-programmazioni in relazione alle informazioni che riceve dall'ambiente.

Mostrare come negli organismi pluricellulari le cellule siano ben organizzate tra loro: (vedi Sussidi didattici: Studio di un tessuto al microscopio).



2. Le molecole

Le molecole sono così piccole da non essere visibili neppure al microscopio, ma la loro esistenza può essere facilmente dimostrata

Al fine di illustrare l'esistenza di particelle che chiamiamo molecole, non visibili nemmeno con i sistemi d'ingrandimento che gli scolari conoscono (lente d'ingrandimento e microscopio ottico), eseguire l'esperimento con lo zucchero allo stato solido e in soluzione (Vedi sussidi didattici). Si arriverà a concludere che lo zucchero che noi vediamo allo stato solido è in realtà costituito da una grande quantità di particelle individualmente non visibili. Infatti quando lo sciogliamo nell'acqua lo zucchero continua ad essere presente, dal momento che l'acqua è dolce, ma le particelle che lo costituiscono, le molecole di zucchero non sono più visibili come tali. (Vedi Sussidi didattici: Esistono delle entità più piccole delle cellule che si chiamano molecole).

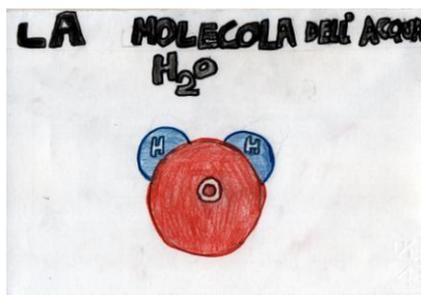
Concludere spiegando agli alunni che una molecola è la parte più piccola di una sostanza, che di questa conserva tutte le proprietà caratteristiche (fra le quali, nell'esempio in esame, il sapore dolce). Qualsiasi porzione di materia è composta da un insieme vastissimo di molecole: tutte uguali tra loro, se appartenenti ad una medesima sostanza, come è il caso dello

zucchero; oppure di diversa grandezza e forma, se provenienti da sostanze differenti.

Esistono moltissime molecole, diverse tra loro per forma e dimensione.

C'è modo di vedere come è fatta una molecola? La scienza chimica attraverso complessi esperimenti è riuscita a capire come sono fatte le molecole e a raffigurarle con dei modelli che ne mostrano l'organizzazione interna.

Mostrare un modello di molecola, ad esempio quella dello zucchero (glucosio) o dell'acqua (vedi sussidi didattici). Argomentare con gli alunni sulla complessità di queste molecole per arrivare a concludere che esse sono costituite da elementi ancora più piccoli.



Le molecole sono infatti a loro volta formate da unità strutturali ancora più piccole, dette atomi; questi sono tenuti assieme da legami molto forti a formare le molecole. Pensate che una molecola di zucchero e una di sale siano uguali o diverse tra di loro? (Sono diverse perché hanno sapore diverso). Come possiamo fare a capire in cosa sono diverse? Vediamo se i modelli molecolari ci possono aiutare a trovare la soluzione.



Paragoniamo una molecola di acqua con quella di uno zucchero (presentare le due molecole). In cosa differiscono? (nel numero, nel tipo e nella disposizione delle palline che le costituiscono). Cosa rappresentano queste palline? (gli atomi). Far notare che gli atomi sono tenuti assieme da legami a formare le molecole. Allora cosa determina la diversa grandezza delle molecole? (Il numero di atomi che le costituiscono).

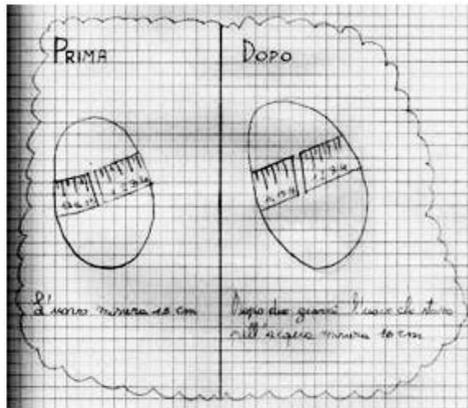
Mostrare modelli di varie molecole, nei quali gli atomi sono rappresentati da palline di colori diversi. Mostrare ad esempio uno zucchero (il glucosio) e un aminoacido (la glicina), molecola che contribuisce a formare le proteine. Queste piccole molecole in molti casi si legano ad altre molecole per formare delle molecole giganti. (Vedi sussidi didattici: Le molecole possono avere dimensioni diverse).

3. Le molecole e le cellule

La cellula comunica con l'ambiente circostante attraverso la membrana che l'avvolge (membrana cellulare)

Come assumiamo le sostanze necessarie alla nostra vita? Ggli scolari arriveranno ad affermare che lo facciamo con la bocca, quindi soltanto mediante una porzione limitata della nostra superficie esterna (se abbiamo sete, non possiamo assumere acqua mettendo ad esempio un piede o una mano nell'acqua).

Come potrebbe fare una cellula ad assumere quanto le è necessario per vivere (per esempio cibo e ossigeno)? Dovrà anch'essa avere delle bocche. Dove dovrebbero essere localizzate? (sulla sua superficie). Dovrebbero quindi esserci delle piccolissime bocche sulla sua superficie? Come potremmo dimostrarne l'esistenza? Possiamo verificarlo studiando il comportamento di un uovo di gallina. Questo infatti per la sua dimensione, può vantaggiosamente essere utilizzato per verificare sperimentalmente la permeabilità all'acqua dell'involucro che lo circonda, che è funzionalmente analogo ad una membrana cellulare. (vedi Sussidi didattici: La cellula comunica con l'ambiente circostante attraverso la membrana che l'avvolge (membrana cellulare)).



Le “bocche” presenti sulla superficie della cellula sono facilitate nel loro funzionamento dalla presenza di piccoli “gancetti” capaci di riconoscere e di legarsi a specifiche molecole presenti nell’ambiente circostante e di facilitarne il trasporto attraverso la membrana.

La membrana cellulare è permeabile alle molecole in modo selettivo

Le cellule hanno bisogno, per la loro stessa esistenza, della membrana cellulare. Un aspetto funzionale importante di

quest'ultima consiste nella sua capacità di controllare il passaggio di sostanze (escludendone alcune, e lasciando liberamente transitarne altre) tra l'ambiente circostante e quello interno della cellula (e viceversa).

Per formarsi un'opinione su tale attività regolatrice, può essere utile costruire una sorta di grande cellula artificiale, visibile ad occhio nudo: un sacchettino (da dialisi), costituito da un materiale che permette il passaggio di oggetti estremamente piccoli, ma che allo stesso tempo impedisce il transito di quelli un po' più grossi. (vedi Sussidi didattici: La membrana cellulare è permeabile alle molecole in modo selettivo).

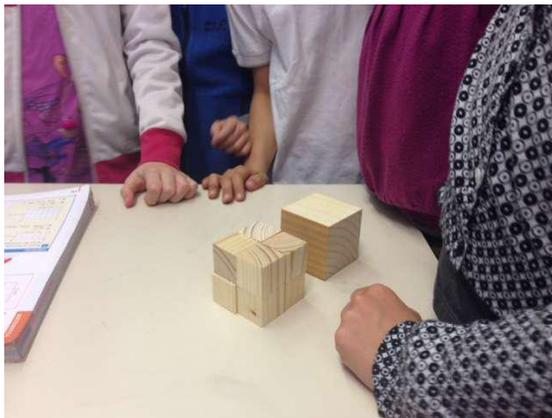
Un essere vivente si accresce aumentando il numero delle sue cellule.

A mano a mano che cresce e diventa più grossa, la cellula ha quotidianamente bisogno di una sempre maggiore quantità di cibo (così come un adulto mangia più di un bambino). Quando aumenta il volume di una cellula, si ingrandisce ovviamente anche la superficie della sua membrana e, di conseguenza, cresce anche il numero delle "bocche" per soddisfare i bisogni nutritivi. *Ma questo è sufficiente perché la cellula possa continuare a nutrirsi adeguatamente?*

Non sarebbe forse più vantaggioso per la cellula che si sta accrescendo dividersi in due cellule ciascuna con le sue dimensioni originali? Andiamolo a vedere e facciamo un po' di conti. (vedi Sussidi didattici: Per un essere vivente è vantaggioso crescere aumentando il numero piuttosto che le dimensioni delle sue cellule.)

Dopo l'esperimento può essere utile argomentare con gli scolari seguendo questa traccia. Tenendo presente che le cellule si nutrono ricevendo il nutrimento dall'ambiente esterno attraverso la membrana che le avvolge, la divisione cellulare appare essere il meccanismo più vantaggioso poiché consente che rimanga costante la quantità di membrana che

avvolge ciascuna cellula e quindi la possibilità di un adeguato rifornimento di nutrienti: la divisione cellulare fornisce infatti nuova membrana



Confrontando due cubi di legno di ugual volume totale, uno dei quali è però suddiviso in 8 piccoli cubi, gli scolari potranno verificare che la suddivisione in cubi piccoli fornisce superficie aggiuntiva. L'esperimento è illustrato in dettaglio nei Sussidi Didattici.

L'ipotesi alternativa (le cellule non si dividono e un essere vivente si accresce per un aumento di volume delle cellule che lo compongono) sarebbe meno vantaggiosa poiché le cellule andrebbero incontro ad un inadeguato incremento della loro superficie esterna rispetto al volume raggiunto, e quindi un inadeguato rifornimento di nutrienti. L'accrescimento corporeo viene dunque realizzato attraverso un progressivo aumento del numero, piuttosto che del volume delle singole cellule.

4 L'energia

In questo mondo nulla si ottiene senza pagare. Il concetto di energia

Secondo voi, riusciremmo a compiere tutte le azioni che quotidianamente facciamo senza mangiare? E un'automobile

potrebbe camminare senza benzina? Una lampadina si accenderebbe se non gli arrivasse elettricità? E se non c'è gas e non c'è la fiamma nel fornello riusciremmo a cuocere un uovo? Argomentare con gli scolari.

Cosa dunque hanno in comune cibo, benzina, elettricità e calore? (il fatto di contenere energia e cioè di essere portatori di energia). L'energia si presenta dunque in forme diverse, che però non sono sfruttabili in maniera intercambiabile dai vari utilizzatori che abbiamo nominato (uomo, automobile, lampadina). Gli animali sono capaci di utilizzare l'energia contenuta nel cibo (grazie al cibo, all'interno del corpo viene immessa energia che i muscoli ricevono e utilizzano per compiere un'attività, come correre, l'organismo utilizza per crescere ecc.); la benzina porta energia dal serbatoio al motore di un'automobile (che si muove con maggiore o minore velocità a seconda della quantità di benzina bruciata nell'unità di tempo); l'elettricità trasferisce energia alla lampadina, che si accende e illumina la stanza; il gas bruciando sul fornello forma la fiamma, liberando così energia termica, che può cuocere i cibi e può pure riscaldare l'ambiente.

(Vedi Sussidi didattici: Esempi di energia)

L'energia si vede? (come i gas, anche l'energia non si vede). Ne possiamo riconoscere l'esistenza? Argomentare con gli scolari sul fatto che la sua presenza si può riconoscere attraverso l'osservazione di ciò che accade quando essa viene trasferita da una sorta di "serbatoio" dove è immagazzinata, ad un "apparecchio" dove è utilizzata.

Cosa succede quando l'energia, che da una batteria viene trasportata lungo fili metallici (energia elettrica), entra nei filamenti di una lampadina? (i filamenti, surriscaldandosi, emettono luce e calore, che sono a loro volta modalità per trasportare energia, tant'è che se si mette una mano vicino ad

una lampadina accesa, si avverte un flusso di energia sotto forma di calore).

Elaborare con gli scolari il concetto che tutti i cambiamenti come quelli nominati sopra (come una lampadina che passa da spenta ad accesa; un oggetto che da fermo si mette in movimento; il passaggio di un uovo da crudo a cotto; la crescita di un bambino) che vediamo svolgersi nel tempo avvengono sempre in presenza di portatori di energia.

Nell'ambito dei fenomeni propri della vita, argomentare con gli scolari il ruolo centrale svolto dall'energia apportata dagli alimenti. L'energia, e anche i materiali di cui l'organismo ha bisogno per accrescersi e per svolgere le sue funzioni, derivano infatti dalle trasformazioni cui va incontro il cibo. Proprio per questo, il complesso di tali trasformazioni viene complessivamente identificato con la parola metabolismo, antico termine che significa appunto cambiamento, trasformazione. Questo argomento sarà sviluppato nel Modulo 10: Il flusso di energia dal sole agli alimenti: gli alimenti come fonte di molecole e di energia.

SUSSIDI DIDATTICI

Background per l'insegnante

Un microscopio è costituito da: lente oculare, lente obiettivo, tavolino portaoggetto, sorgente di luce. Lo *stereomicroscopio* (SM) ha due sorgenti di luce, trasmessa e incidente; la luce incidente, che illumina dall'alto, serve per studiare gli oggetti solidi tridimensionali; la luce trasmessa, che viene da sotto e attraversa l'oggetto, serve invece per studiare oggetti che si lasciano attraversare dalla luce. Lo SM è fornito di un obiettivo zoom.

Materiali disponibili per l'osservazione al microscopio e loro uso

LIM

Telecamera CMEX-3

Stereomicroscopio SMZ 143-N2GG

Microscopio 2823 Cordless (questo microscopio ha una batteria ricaricabile e può essere usato senza fili purché le batterie siano cariche).

Per usare lo stereomicroscopio:

- innestare la telecamera sul foro centrale della testa dello stereomicroscopio e collegarla alla LIM.
- Accendere la LIM
- Accendere lo stereomicroscopio con la luce incidente.
- Verificare che l'immagine visibile negli oculari sia proiettata anche sulla LIM.

Per usare il microscopio:

- innestare la telecamera sul foro centrale della testa del microscopio e collegarla alla LIM.
- Accendere la LIM
- Accendere il microscopio.
- Verificare che l'immagine visibile negli oculari sia proiettata anche sulla LIM.

Avvertenza

Gli esperimenti di seguito riportati sono numerosi e la loro realizzazione in classe richiederebbe nel complesso tempi superiori a quello di cui il progetto dispone. L'insegnante ha quindi l'opportunità di selezionare a suo piacimento gli esperimenti che ritiene più idonei. Si suggerisce tuttavia di effettuare questa selezione soltanto nell'ambito delle osservazioni sperimentali riportate nell'elenco che segue.

Osservazione di organismi unicellulari

- Scegliere tra lievito e infusori (lo yogurt non è stato molto didattico, nelle nostre mani)

Osservazione di organismi pluricellulari:

- scegliere tra: cellule prelevate dalla faccia interna della guancia e epitelio di cipolla

La membrana cellulare è permeabile alle molecole in modo selettivo

- scegliere tra esperimento della patata e esperimento della lattuga
- l'esperimento del tubo da dialisi sarà effettuato con la presenza in classe di un esperto del gruppo SCIESA

Esempi di energia

- scegliere tra piano inclinato e macchinette a molla.

Le altre osservazioni sperimentali, descritte nei sussidi didattici e non riportate in questo elenco, nel complesso di semplice esecuzione, sono considerate irrinunciabili.

Osservazione di oggetti con una lente d'ingrandimento:

Si ritiene proficuo ai fini dell'apprendimento di puntare al massimo coinvolgimento possibile degli scolari

Materiale occorrente:

- piccoli oggetti attaccati con lo scotch su un cartoncino, quali ad es. una vite (fornita nel kit). Alcuni piccoli oggetti da studiare si potrà chiedere agli scolari di procurarsi in precedenza, per esempio uno spillo, un insetto, etc.
- lenti d'ingrandimento fornite di illuminazione (presenti nel kit)
- vetrini con striscio di sangue colorato (forniti nel kit)

Far verificare a tutti gli scolari che con una lente d'ingrandimento si possono vedere gli oggetti ingranditi e osservarne i dettagli. Proporre agli scolari di osservare anche dettagli della propria superficie corporea.

Proporre a tutti gli scolari di verificare se con la lente di ingrandimento si riesce ad identificare i globuli rossi in uno striscio di sangue (non ci si riesce).

Osservazione di oggetti e cellule con il microscopio:

Materiale occorrente:

- gli stessi oggetti piccolissimi di cui sopra, compreso lo striscio di sangue
- vetrino con la lettera "e"
- spatoline di legno
- stuzzicadenti
- vetrini portaoggetto
- vetrini coprioggetto
- soluzione fisiologica
- capsule di petri da 6 cm
- boccette con contagocce

- guanti usa-e-getta
- blu di toluidina diluito al 2% in sol. fisiologica, contenuta in boccetta con contagocce
- Safranina, contenuta in boccetta con contagocce
- carta assorbente

Osservazione con lo stereomicroscopio:

Mettere sul tavolino dello SM (con la luce incidente) il foglietto con la vite (o altro piccolo oggetto) e – usando lo zoom dello SM e proiettando sulla LIM – mostrare quanto più forte sia il potere di ingrandimento di un microscopio rispetto a una semplice lente. Mettere ora sul tavolino dello SM lo striscio di sangue. Spegnerne la luce incidente e accendere quella trasmessa, e mostrare che, a differenza di quello che può fare una semplice lente di ingrandimento, con questo strumento si può riconoscere la presenza di cellule nello striscio di sangue.

Osservazione con il microscopio:

Continuare spiegando che per studiare le cellule non bastano però gli ingrandimenti e la risoluzione d'immagine che si possono ottenere con uno SM: è necessario usare un altro tipo di microscopio, che può raggiungere ingrandimenti anche maggiori rispetto allo SM. Uno di questi è il *microscopio composto* (che per brevità abbiamo chiamato semplicemente *microscopio*). Spostare la telecamera sull'altro microscopio, accenderlo, prendere il vetrino con la minuscola lettera “e” e mettere a fuoco sulla lettera, cominciando con l'obiettivo 4x (quello a più piccolo ingrandimento). Si noterà facilmente che l'immagine che si ottiene con questo microscopio è diversa da quella che si ottiene con lo SM, perché è rovesciata rispetto all'oggetto (sinistra/destra, sopra/sotto). Passare progressivamente agli altri ingrandimenti. Ggli scolari probabilmente resteranno sorpresi da quanto la lettera “e” sia stata ingrandita.



Osservazione di organismi unicellulari

Esistono organismi viventi fatti di singole cellule, quali ad esempio le cellule del lievito. Queste possono essere prelevate e quindi osservate

seguedo il procedimento che segue. L'insegnante dovr  mostrare come si effettua l'esperimento, prima di farlo ripetere agli scolari suddivisi in gruppi di cinque. Fornire a ciascun gruppo una capsula di petri contenente una piccola quantit  di lievito di birra, che gli scolari stempereranno con abbondante soluzione fisiologica, per poi prelevarne con il contagocce una goccia e disporla su un vetrino portaoggetto; l'insegnante, dopo aver indossato i guanti (**ATTENZIONE: i coloranti istologici possono lasciare macchie difficili da rimuovere sulla pelle e sui vestiti; la soluzione alcolica di safranina   inoltre infiammabile e irritante per la pelle e seriamente irritante per gli occhi**) aggiunger  un goccia di (blu di toluidina, safranina), coprir  il preparato con un vetrino coprioggetto, aspirer  l'eccesso di liquido con carta assorbente, e porr  infine il vetrino cos  allestito sul microscopio, proiettandone l'immagine sulla LIM. Aumentando progressivamente l'ingrandimento sar  possibile osservare la forma e le dimensioni delle cellule di lievito e anche la presenza di un piccolo organello al loro interno, il nucleo.

Altri organismi unicellulari che si possono studiare facilmente – in alternativa o in aggiunta se c'  il tempo per farlo – sono i **batteri dello yogurt**. La procedura   semplice, e facilmente riproducibile osservando il filmato riportato nel link <https://www.youtube.com/watch?v=IAikQ7J8U8o>. In sintesi, sempre suddividendo gli scolari in gruppi di cinque, ciascun gruppo metter  in un bicchiere un cucchiaino di yogurt con due o tre cucchiaini d'acqua e mescoler  bene per stemperare lo yogurt. Intinger  poi un bastoncino (stuzzicadenti) nella sospensione e ne depositer  una goccia su un vetrino portaoggetto. L'insegnante provveder  a disporci sopra un vetrino coprioggetto, ad aspirare l'eccesso di liquido con carta assorbente, a porre il vetrino cos  allestito sul microscopio e ad illustrarlo sulla LIM. Ricercando con un po' di attenzione, prima con l'obiettivo 4x, poi con il 10x ed infine con il 40x, sar  possibile osservare singoli, piccolissimi batteri (puntiformi) o aggregati di batteri dello yogurt.

Altri organismi unicellulari che si possono facilmente reperire e studiare sono *gli infusori*, i protozoi che vivono nell'acqua di uno stagno.

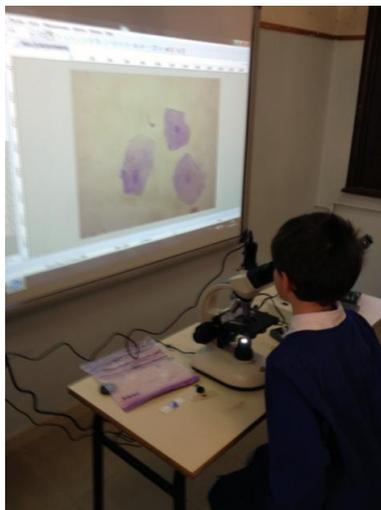
Materiale necessario

- acqua di uno stagno
- capsule di petri

In sintesi, sempre suddividendo gli scolari in gruppi di cinque, ciascun gruppo prelever  un po' d'acqua da qualche pozza o da un barattolo in cui sia stata messa acqua e una manciata di fieno. Deporr  quindi varie gocce di questa acqua in una capsula di petri. La capsula di petri cos  allestita sar  quindi posta sullo stereomicroscopio e illustrata dall'insegnante sulla LIM.

Gli organismi unicellulari presenti nell'acqua dello stagno (gli *infusori*) sono un po' più grandi degli organismi cellulari osservati negli esperimenti precedenti, si muovono e hanno forme diverse. Essi sono quindi sono più facilmente identificabili come organismi.

Osservazione di cellule prelevate da organismi pluricellulari



L'osservazione di cellule prelevate dalla faccia interna della guancia richiede una procedura semplice e facilmente eseguibile dopo aver osservato il filmato presente nel link <https://www.youtube.com/watch?v=i2x3MKSJez4>.

Pur non essendo la manovra rischiosa né dolorosa è consigliabile, per semplicità di gestione, che l'insegnante provveda da sola ad eseguire l'esperimento facendo il prelievo su se stesso/a.

In sintesi, deporre un goccia di soluzione fisiologica su un vetrino portaoggetto; passare quindi delicatamente una spatolina di legno sulla faccia interna della guancia. Il materiale prelevato verrà stemperato nella goccia di fisiologica precedentemente deposta sul vetrino portaoggetto. Ripetere l'operazione per allestire anche un secondo vetrino. Un vetrino verrà utilizzato per osservazione senza colorazione, dopo aver deposto delicatamen-te sulla goccia un vetrino coprioggetto. L'altro vetrino verrà invece colorato aggiungendo una goccia di blu di toluidina; dopo 20-30 secondi coprire con vetrino coprioggetto. Rimuovere l'eccesso di fisiologica o di colorante con carta assorbente e osservare al microscopio, sempre collegato con la LIM, utilizzando ingrandimenti progressivamente crescenti. E' utile confrontare i due vetrini (colorato e non) perché ggli scolari capiscano che le cellule sono trasparenti e che il colorante evidenzia le varie strutture cellulari, colorando più intensamente il nucleo rispetto al citoplasma.

L'epitelio di cipolla è un bellissimo esempio di tessuto vegetale: le cellule mostrano contorni regolari poliedrici, sono tutte vicine le une alle altre - come è tipico degli epiteli - e non si osservano spazi intercellulari. Nelle cellule vegetali i confini cellulari sono ben visibili per la presenza di una

parete cellulare (assente nelle cellule animali), che è sovrapposta alla membrana cellulare.

La procedura per osservare l'epitelio della cipolla è semplice e facilmente riproducibile osservando il filmato visibile nel link <https://www.youtube.com/watch?v=cmnhBJKfvNw>.

L'insegnante dovrà mostrare come si effettua l'esperimento, prima di farlo ripetere agli scolari suddivisi in gruppi di cinque.

Materiale occorrente

- una cipolla di media grandezza ogni 20 scolari
- un sottile pennello ogni 5 scolari
- capsule di petri da 6 cm
- acqua di fonte
- glicerina 30%
- guanti usa-e-getta
- safranina in boccetta col contagocce

Procedura (vedi link riportato sopra)

1. L'insegnante taglierà alcune cipolle di grandezza media in quattro e ne distribuirà uno spicchio a ciascun gruppo degli scolari, che svolgeranno la parte successiva dell'esperimento fornendo guanti agli scolari.
2. Prendere un petalo, spezzarlo per ottenere il sottile velo trasparente (l'epidermide), presente sul lato concavo.
3. Scartare il resto.
4. Prelevare l'epidermide e trasferirla in una capsula di petri contenente acqua di fonte.
5. Preparare una seconda capsula di petri e versarvi 3-4 gocce di colorante (safranina).
6. Con un pennello trasferire l'epidermide dall'acqua distillata nel colorante.
7. Aspettare che l'epidermide si colora (1-5 minuti): non dovrebbe essere né troppo chiara né troppo scura.
8. Trasferire di nuovo con un pennello l'epidermide nell'acqua, per rimuovere l'eccesso di colorante.
9. Versare 1-2 gocce di glicerina 30% su un vetrino pulito.
10. Con l'aiuto del pennello trasferire l'epidermide sul vetrino. Se tende ad arricciarsi, cercare di spianarla aiutandosi col pennello. Coprire con un coprioggetto.
11. Deposare delicatamente sul preparato un vetrino coprioggetto e se necessario premere leggermente con l'ago per far uscire eventuali bolle d'aria.
12. Asciugare il liquido in eccesso con carta assorbente.

13. Trasferire il preparato al microscopio. Osservare il preparato. Si noter  la presenza di un gran numero di cellule poligonali strettamente addossate tra loro (ben visibili perch  il colorante ha colorato la parete cellulare, che   un sottile strato di cellulosa che nelle cellule vegetali riveste la membrana cellulare), in cui spicca la presenza del nucleo, ben colorato, e del citoplasma, poco colorato.

Far lavare le mani aglgi scolari.



Anche le cellule vegetali di Elodea possono essere facilmente trovate e osservate al microscopio ottico. Si tratta di una piantina acquatica che troviamo facilmente nella fontanella sotto casa o nel giardino della scuola. In questo caso, senza colorare il preparato, al microscopio vediamo le cellule trasparenti con all'interno i cloroplasti verdi che si muovono in modo ordinato e in senso circolare (*cicl si*   il termine

tecnico) perch  sono organelli che non occupano posizioni fisse nel citoplasma e si dispongono a ridosso della membrana plasmatica per catturare meglio la luce.

Osservazione di un tessuto al microscopio

Materiale occorrente

Preparato istologico di pelle

Mettere sul tavolino del microscopio un preparato istologico di pelle e mostrarlo sulla LIM a piccolo ingrandimento (obiettivo 4x). Dire aglgi scolari che stanno osservando la pelle vista al microscopio e quindi fortemente ingrandita rispetto all'osservazione ad occhio nudo. Stimolarne quindi la curiosit  a capire come   fatto il rivestimento esterno del nostro corpo che ha il ruolo di proteggerci dall'ambiente esterno. Cosa vedete? E' fatta da uno strato o da pi  strati? (sono due strati). I due strati appaiono diversi o uguali tra di loro? In che cosa sono diversi? (a questo ingrandimento probabilmente agli scolari non sapranno dare la risposta giusta. Forse diranno che uno strato   pi  colorato dell'altro). Ma riuscite a vedere le cellule? (no). Perch ? (perch  bisogna ingrandire di pi ) Allora passiamo ad un ingrandimento maggiore (obiettivo 10x). Adesso vedete le

cellule? Sono tutte uguali? (no ci sono cellule diverse) Sono disposte nello stesso modo nei due strati? (No nello strato superficiale le cellule sono numerose e strettamente accostate tra di loro a formare una barriera protettiva (l'epidermide; nello strato sottostante (il derma) si osservano meno cellule separate l'una dall'altra da materiale di vario tipo che contribuisce a dare robustezza alla pelle). Ma riuscite a riconoscere le varie parti della cellula? Aumentiamo ancora l'ingrandimento (obiettivo 40x) e osserviamo le cellule. Cosa vedete? (gli scolari potranno riconoscere gli elementi essenziali di una cellula, nucleo e citoplasma, e notare che esistono tipi diversi di cellule).

Esistono delle entità più piccole delle cellule che si chiamano molecole

Materiale occorrente

- zucchero
- acqua minerale non gassata da mezzo litro
- bicchierini da caffè
- modelli molecolari

Prendiamo con un cucchiaino una piccola quantità di zucchero. Possiamo vederlo, toccarlo assaggiarlo? Che sapore ha? Versiamo ora lo zucchero in un bicchiere con un po' d'acqua e agitiamo. Cosa succede? Possiamo ancora vederlo? Perché non lo vediamo? Ma se non lo vediamo vuol dire che non c'è più? Come possiamo verificare se c'è ancora? Bevendo un sorso dell'acqua sentiamo che è dolce e dunque ne deduciamo che lo zucchero è in qualche modo ancora presente nell'acqua del bicchiere. In altre parole, lo zucchero c'è, ma non lo vediamo (almeno a occhio nudo).

Mettiamo una goccia dell'acqua che ha sapore dolce sotto una lente d'ingrandimento. Riusciamo a vedere lo zucchero? (continuiamo a non vedere nulla). Se mettiamo una goccia di acqua dolce su un vetrino porta oggetto e lo guardiamo al microscopio lo vediamo? (no, anche al microscopio non riusciamo a vedere lo zucchero nell'acqua che ha sapore dolce). Come mai?

Argomentiamo con gli alunni per arrivare a concludere che quel che trasporta il sapore dolce deve essere un qualcosa di gran lunga più piccolo delle cellule, non potendosi vedere neanche col microscopio. A tali entità minime, capaci - ad esempio - di offrire al palato il sapore dolce, diamo il nome di molecole.

Lo stesso esperimento può essere ripetuto con altre sostanze che abbiano un sapore specifico e che possano essere sciolte nell'acqua come ad esempio il sale da cucina.

Le molecole possono avere dimensioni diverse

Materiale occorrente

- Modelli tridimensionali di molecole

Mostrare modelli tridimensionali di molecole in cui gli atomi sono rappresentati da palline di colori diversi (ogni colore rappresenta un atomo diverso). I modelli disponibili (già assemblati) sono quelli dell'acqua, del cloruro di sodio (un sale) del glucosio (uno zucchero) della glicina (un aminoacido). Far notare che gli atomi sono tenuti assieme da legami a formare le molecole. Queste piccole molecole in molti casi si legano ad altre molecole per formare delle molecole giganti.

La cellula comunica con l'ambiente circostante attraverso la membrana che l'avvolge (membrana cellulare)

Esperimento dell'uovo

Materiale occorrente

- una decina di uova di gallina
- due bicchieri trasparenti
- una tazza
- acqua
- aceto
- sale
- una bilancia da cucina oppure
- 20 cm di spago

Come possiamo fare per vedere se l'acqua passa attraverso la membrana di una cellula?

Dobbiamo innanzitutto procurarci una cellula abbastanza grande da poter essere facilmente osservata senza il microscopio. Quale cellula potremmo utilizzare? Una possibilità è quella di utilizzare un uovo di gallina che, ai fini di questo esperimento, può essere approssimativamente considerato come un'unica grande cellula e si presta bene a questo scopo. Se tocchiamo un uovo di gallina ci accorgiamo che ha un guscio esterno molto duro. Me se rompiamo questo guscio duro e versiamo il contenuto dell'uovo in una tazza (per non sporcare), osserveremo che, attaccato all'interno del guscio duro dell'uovo c'è una membrana abbastanza resistente che lo avvolge. Questa membrana (che prende il nome tecnico di *membrana testacea esterna*) ai fini di questo esperimento si comporta come una membrana cellulare. Quindi, se riuscissimo a togliere il guscio duro dell'uovo senza danneggiare questa membrana, potremmo adoperare l'uovo intero come se fosse una grande cellula.

Come possiamo togliere il guscio duro dell'uovo senza danneggiare la sua membrana? Possiamo farlo immergendo l'uovo in un bicchiere pieno di

aceto. Vedremo che attorno all'uovo si formano tante bollicine che sono fatte da anidride carbonica che si forma per una reazione chimica tra l'acido acetico, contenuto nell'aceto, e il carbonato di calcio che forma il guscio duro. Così piano piano (in circa tre giorni) il guscio duro dell'uovo si scioglie. Adesso se laviamo delicatamente l'uovo per togliere gli ultimi residui del guscio calcareo, vedremo che l'uovo non è più duro, ma morbido ed è circondato da una membrana che, per quanto concerne il passaggio di molecole di acqua, si comporta come la membrana cellulare. Adesso disponiamo di una "grande cellula" e possiamo fare il nostro esperimento.

Come possiamo ora vedere se l'acqua passa attraverso la membrana della "cellula" uovo? Semplicemente immergendo l'uovo privo del guscio calcareo in un bicchiere pieno di acqua di fonte. Aspettando alcune ore noteremo che l'uovo aumenta di volume, come potremo facilmente verificare pesando l'uovo con una bilancia (che avremo portato da casa) o misurandone la circonferenza con uno spago prima e dopo l'esperimento. Questo aumento di volume è dovuto al passaggio di acqua attraverso la membrana dal bicchiere all'interno dell'uovo.

Possiamo capire qual è il meccanismo che fa passare l'acqua attraverso la membrana cellulare?

Facciamo un'ipotesi: supponiamo che sia la diversa quantità di molecole sciolte all'interno di una cellula ovvero all'esterno di questa e (cioè nell'ambiente dove la cellula è contenuta), che fa spostare l'acqua attraverso la membrana cellulare. Per vedere se questa ipotesi è vera dobbiamo mettere la nostra cellula in due ambienti che contengano quantità diverse di molecole. Questo possiamo farlo facilmente mettendo in un bicchiere soltanto acqua e in un altro bicchiere acqua e sale (oppure zucchero). L'acqua senza aggiunta di sale forma una *soluzione ipotonica*, mentre quella contenente molto sale forma una *soluzione ipertonica*. Qual è la differenza? Nella soluzione ipotonica (nel nostro esperimento l'acqua di fonte che abbiamo messo nel bicchiere) *non ci sono* molecole sciolte nell'acqua (che chiamiamo *soluti*) o ce ne sono pochissime, mentre nella soluzione ipertonica, *ci sono molte* molecole sciolte nell'acqua. Mettiamo adesso un uovo privo del guscio calcareo nella soluzione ipotonica e un altro in quella ipertonica: Dopo qualche ora vedremo che *l'uovo immerso nella soluzione ipotonica è aumentato di volume*. L'acqua contenuta nel bicchiere è quindi passata attraverso la membrana ed è entrata all'interno della cellula. *L'uovo immerso nella soluzione ipertonica si è invece rimpicciolito* perché l'acqua contenuta all'interno della cellula si è spostata verso l'esterno. Se adesso invertiamo la posizione delle uova e mettiamo l'uovo che era stato immerso nel bicchiere contenente soluzione ipotonica

(e che era aumentato di volume) nel bicchiere contenente soluzione ipertonica, vedremo che questo dopo qualche ora diventerà più piccolo. Al contrario, se trasferiamo l'uovo rimpicciolito dal bicchiere contenente soluzione ipertonica a quello contenente soluzione ipotonica lo vedremo aumentare di volume dopo poche ore.

Analisi dell'esperimento:

- l'acqua è capace di spostarsi attraverso la membrana cellulare. La cellula quindi è capace di bere!
- l'acqua si sposta attraverso la membrana cellulare, passando dall'ambiente dove ci sono meno molecole di soluto (meno sali nel nostro caso) a dove ce ne sono di più.
- l'acqua si sposta dunque attraverso la membrana cellulare dall'ambiente ipotonico verso quello ipertonico: è come se le molecole presenti nel liquido ipertonico "attirassero a sé" l'acqua presente nel liquido ipotonico. Questo fenomeno è detto *osmosi*.

L'esperimento è bene illustrato nel link:

<https://www.youtube.com/watch?v=SSS3EtKAZYc>

Esperimento della patata

Anche questo esperimento, così come il seguente, dimostra che l'acqua passa attraverso i tessuti di un organismo per osmosi.

Materiale occorrente:

- una patata
- due tazze
- un cucchiaino
- un coltello

Riempire le due tazze di acqua di fonte e soltanto in una delle due aggiungere molto sale e scioglierlo bene girando con il cucchiaino. Tagliare a metà la patata, scavare all'interno con un cucchiaino ciascuna delle due metà. Mettere le due mezze patate ciascuna in una tazza a galleggiare sull'acqua. Quindi aggiungere delicatamente del sale nella patata che galleggia sull'acqua semplice (non salata) e un po' d'acqua in quella che galleggia sull'acqua salata, stando attenti a non farle affondare. Dopo circa 30' si noterà che l'acqua che era contenuta nella patata che galleggiava sull'acqua salata è sparita, mentre nella patata che conteneva sale ora c'è dell'acqua.

Analisi dell'esperimento:

- i) la patata si sta comportando come una cellula che consente il passaggio di acqua attraverso la sua parete;

- ii) l'acqua si sposta attraverso la parete da dove c'è meno sale a dove ce n'è di più. Quindi nella patata immersa in acqua salata si vede che l'acqua è andata via, mentre in quella che conteneva sale al suo interno è penetrata acqua. Come detto prima, questo fenomeno prende il nome di *osmosi*.

L'esperimento è bene illustrato nel link:

<https://www.youtube.com/watch?v=SzOk5wwaJG8>

Esperimento della foglia di lattuga

Materiale occorrente

- due foglie di lattuga
- tre bicchieri trasparenti
- acqua
- sale
- un cucchiaino

Riempire due bicchieri d'acqua di fonte e soltanto in uno dei due aggiungere sale e scioglierlo bene girando con il cucchiaino. Lasciare il terzo bicchiere senz'acqua. Infilare una foglia di lattuga fresca in ciascuno dei tre bicchieri. A distanza di un giorno e successivi si vedrà che la foglia in acqua non salata rimane turgida, quella nel bicchiere con acqua salata progressivamente avvizzisce, come succede anche a quella nel bicchiere asciutto, anche se più lentamente. Il fenomeno, come nell'esperimento della patata, è dovuto al passaggio di acqua per osmosi da una regione a minore concentrazione di sale verso una a maggiore concentrazione. La foglia immersa in acqua salata avvizzisce perché l'acqua passa dalla foglia all'acqua del bicchiere, quella in acqua non salata rimane turgida perché l'acqua si muove dal bicchiere verso l'interno della foglia, rimpiazzando l'acqua che progressivamente evapora; quella nel bicchiere senz'acqua avvizzisce perché l'acqua contenuta al suo interno evapora e non viene rimpiazzata.

L'esperimento è ben illustrato nel link:

<https://www.youtube.com/watch?v=IOOuZJuyeVA> (a partire da 4' e 30").

La membrana cellulare è permeabile alle molecole in modo selettivo

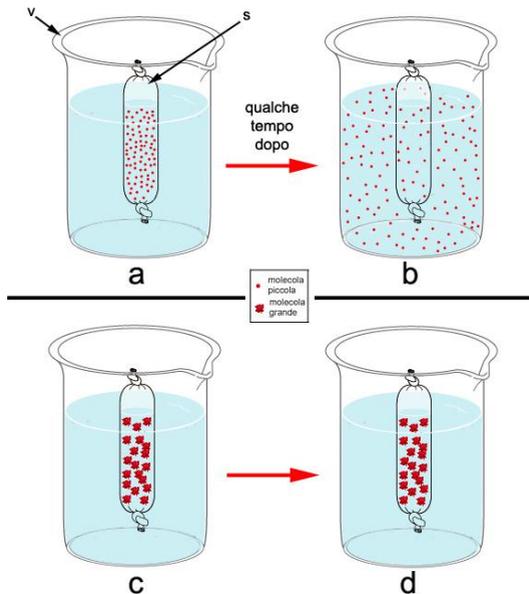
Ma la membrana cellulare può essere attraversata solo da molecole di acqua o anche da altre molecole?

Esperimento del tubo da dialisi come modello di cellula molto grande

Materiale occorrente:

- 2 vaschette di vetro marcate *a*, *c*

- 2 sacchetti per dialisi, con soglia di taglio $\geq 12'000$ dalton
- soluzione fisiologica (cioè, una soluzione di sale in acqua)
- soluzione di colorante rosso (safranina)
- soluzione di mioglobina
- *Riempire le due vaschette (a, c) con soluzione salina; aggiungere una barra magnetica in ciascuna vaschetta.*
- *Riempire il sacchetto relativo alla vaschetta a con il **colorante rosso** in soluzione salina. Immergere il sacchetto nella vaschetta. Attivare l'agitatore magnetico a bassa velocità.*
- *Riempire il sacchetto relativo alla vaschetta c con **mioglobina** in soluzione salina, immergerlo nella vaschetta e attivare l'agitatore come sopra.*
- *Dopo qualche tempo si osserverà (b) che il colorante è passato dal sacchetto alla vaschetta, mentre la mioglobina è rimasta intrappolata nel sacchetto (d).*



- *Deporre infine su due vetrini portaoggetto, rispettivamente, un goccia della soluzione con mioglobina e una della soluzione con il colorante: all'osservazione al microscopio in nessuno dei due casi si vedrà alcuna entità che abbia una forma definita.*

Analisi dell'esperimento. C'è "un qualcosa" che può trasferirsi da un compartimento all'altro e un diverso "qualcosa" che invece non può farlo e rimane intrappolato nel sacchetto: questi "qualcosa" sono materia organizzata estremamente piccola, perché non è visibile al microscopio né tantomeno ad occhio nudo. Si tratta dunque di molecole. Ma perché una di queste molecole è passata dal sacchetto alla vaschetta e l'altra no?

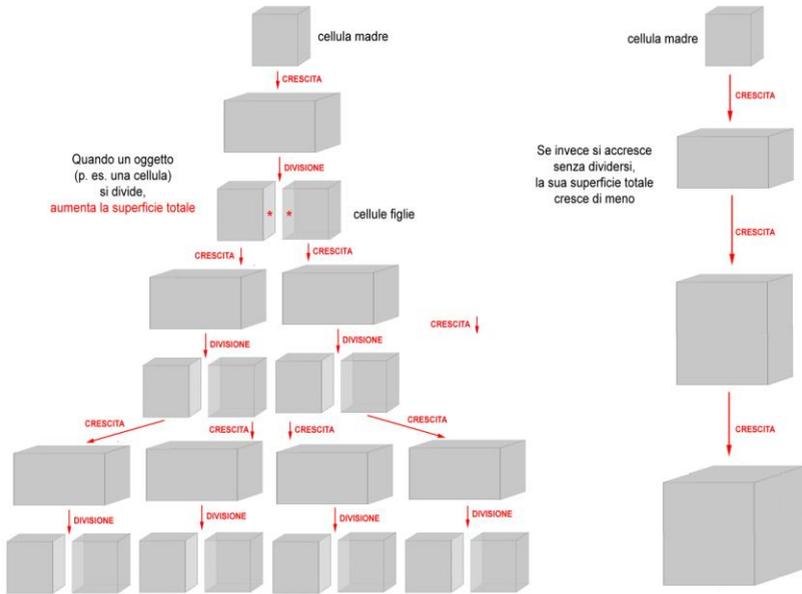
Per dare un senso a quanto osservato, può essere di qualche aiuto pensare che le pareti del sacchetto, così come la membrana cellulare, siano provviste di numerosi fori attraverso i quali le molecole possono passare? (La risposta probabile degli scolari sarà *sì*, come hanno già visto accadere per la diffusione di colore attraverso la busta del tè). Ma allora perché la molecola del colorante passa e quella della mioglobina no? Argomentare finché arrivano alla conclusione che esistono molecole di diversa grandezza e che quelle che non passano sono evidentemente più grandi dei buchi. Arrivare a concludere: i) che le molecole della mioglobina sono molto più grosse delle molecole del colorante rosso usato; ii) che la membrana cellulare si comporta come la membrana del sacchetto ed è permeabile alle molecole in modo selettivo.

Esperimento del cubo di legno che dimostra che per un essere vivente è vantaggioso crescere aumentando il numero piuttosto che le dimensioni delle sue cellule

Materiale occorrente

- un cubo di legno da 6 cm di lato e 8 cubi da 3 cm di lato ognuno.
- sagome di carta che coprano perfettamente la superficie esterna del cubo grande e degli otto cubetti piccoli.

Immaginiamo che un individuo si accresca perché le sue cellule si dividono dando origine a cellule della stessa dimensione della cellula madre e andiamo a vedere cosa succede a livello di ciascuna cellula (vedi figura che segue, a sinistra). Per semplicità la cellula è rappresentata come se fosse un cubetto che ha su ciascuna faccia una "bocca". Ad ogni divisione si osserverà la *formazione di nuova membrana* (indicata da un asterisco nella prima divisione). Il progressivo aumento del numero delle cellule consentirà non solo l'aumento di volume di questo individuo ma anche il mantenimento di un numero costante di bocche per ognuna delle cellule che lo formano.



Seguendo la crescita di una singola cellula, vediamo invece cosa succederebbe se un individuo aumentasse le sue dimensioni per un semplice aumento di volume delle sue cellule. Quello che vedremmo è che, rispetto al numero di bocche presenti sulla membrana all'inizio della crescita, alla fine dell'accrescimento il numero delle bocche sarebbe sì aumentato, ma molto meno di quanto avviene con la divisione cellulare (vedi figura sovrastante, a destra). Se si paragonano le due modalità di accrescimento, si noterà che l'incremento di volume dell'individuo comporta, nel caso della divisione cellulare, la presenza di cellule con una superficie cellulare identica a quella della cellula madre, ciascuna con un adeguato numero di bocche attraverso cui nutrirsi. L'accrescimento senza divisione comporterebbe invece un numero complessivo di bocche inferiore, sicché le cellule di quell'individuo morirebbero perché incapaci di ricevere adeguato nutrimento. Di fatto quindi l'accrescimento senza divisione non consente un incremento della membrana adeguato alla crescita di volume.

Quale esperimento potrà mostrarci se questa conclusione è veritiera?



In questo esperimento il cubo più grande rappresenta un individuo formato da un sola cellula che ha raggiunto la sua dimensione finale accrescendosi senza dividersi. Gli otto piccoli cubi rappresentano invece le cellule che formano un individuo che ha raggiunto la stessa dimensione ma attraverso successive divisioni cellulari. Verificate ora se il volume complessivo dei due individui è identico. (Gli scolari metteranno assieme i cubetti piccoli e vedranno che complessivamente questi formano un cubo delle stesse dimensioni dell'altro). Chiediamo adesso agli scolari di verificare se, nei due casi, la superficie cellulare è identica o diversa, dando loro dei ritagli di carta che coprono perfettamente la superficie esterna del cubo grande e degli otto cubetti piccoli. Paragonando la superficie occupata dall'insieme dei ritagli che coprono gli otto cubetti e con quella occupata dal ritaglio che copre il cubo grande, giungeranno facilmente a concludere che la superficie cellulare dell'individuo formatosi per divisioni cellulari è ben maggiore e così pure il numero di bocche attraverso cui nutrirsi.

L'ENERGIA

In questo mondo nulla si ottiene senza pagare. Il concetto di energia

Background per l'insegnante

Tutti i viventi utilizzano una sorta di valuta energetica comune: l'ATP

Tutte le trasformazioni che si osservano nel mondo –anche banali, come la deformazione di una molla, lo spostamento di una pallina, l'aumento di temperatura dell'aria attorno ad una lampadina accesa- sono in relazione al trasferimento di energia da un portatore ad un altro (ad esempio, da una macchinetta a molla ad una pallina). Nella vita pratica abbiamo bisogno di molta energia, che compriamo col denaro: per illuminare la casa durante la sera facciamo uso dell'elettricità, che paghiamo in euro; per cuocere i cibi e riscaldare le stanze del nostro appartamento possiamo utilizzare il gas, la cui

bolletta saldiamo in euro; per rifornirci di cibo andiamo a fare la spesa al mercato spendendo euro. La valuta necessaria per vivere nella quotidianità esteriore è dunque l'euro, con cui facciamo fronte alla gran parte delle nostre necessità. Invece, tutti i lavori che sono svolti all'interno del nostro corpo, indispensabili alla conservazione della vita (e.g. contrarre il cuore, muovere i muscoli per respirare e per camminare, eliminare alcune scorie attraverso i reni, pensare, e via elencando), vengono pagati dentro le cellule prevalentemente utilizzando uno speciale tipo di valuta, indicata con la sigla ATP, che richiama la sua composizione chimica. Spezzandosi in due parti la molecola di ATP libera l'energia chimica immagazzinata in quel determinato legame che teneva assieme le due porzioni molecolari e questa energia viene utilizzata per compiere una miriade di fenomeni biologici. Così, ad esempio, la conduzione degli impulsi nervosi è resa possibile perché l'energia chimica immagazzinata nell'ATP è utilizzata per la produzione di energia elettrica, che viaggia lungo i nervi; la contrazione muscolare dipende dalla trasformazione dell'energia chimica contenuta nell'ATP in energia meccanica, e così via. Va precisato che solo una porzione dell'energia liberata dai legami chimici spezzati è immagazzinata in molecole di ATP, per essere poi utilizzata al momento del bisogno (ad esempio per camminare); una quota (circa la metà) viene dissipata sotto forma di calore che contribuisce al mantenimento a 37°C della temperatura corporea, per poi disperdersi nell'ambiente attraverso la pelle.

In conclusione, l'**energia** è la grandezza fisica che misura la capacità di un corpo o di un sistema fisico di compiere **lavoro**, a prescindere dal fatto che tale lavoro sia o possa essere effettivamente svolto. Per compiere un lavoro è necessario utilizzare una **forza**. L'energia può fornire questa forza]

Esempi di energia

Una molla può sia immagazzinare che trasferire energia

Materiale occorrente

- Macchinina a molla
- Palline da ping-pong

Si prenda una macchinetta a molla. Lo scolaro gira la chiavetta, caricando così la molla. Una volta messa a terra, la macchinetta si muove andando dritta fino a che non incontra un ostacolo, dal quale viene liberata con la mano o col piede dal bambino. Se lungo il percorso della macchinetta mettiamo una pallina, il colpo che quest'ultima riceve la mette in moto. Questo processo va avanti, finché la macchinetta si ferma, per essersi la molla scaricata del tutto.

Argomentare con gli scolari sull'origine dell'energia che ha consentito la serie di eventi che si sono succeduti. (ruotando la chiavetta per caricare la molla, lo scolaro ha trasferito l'energia che si trova dentro i suoi muscoli nella molla, la quale –arrotolandosi – ha immagazzinato energia (che, per semplicità chiameremo energia elastica perché, quando si rilascia, la molla si distende come un elastico); nel momento in cui la macchinetta viene adagiata sul pavimento, la molla tende a scaricarsi e l'asse a cui sono connesse sia la molla che le ruote comincia a girare mettendo in movimento la macchinetta: in tal modo, l'energia elastica della molla viene trasferita alle ruote che fanno spostare la macchinetta (la quale, nel linguaggio quotidiano, acquista energia meccanica). Quando poi la macchinetta va a sbattere contro una pallina che, da ferma, si mette in movimento, si osserva un processo di trasferimento di energia dalla macchinetta alla pallina. Gli eventi che abbiamo osservato sono quindi conseguenti ad un flusso di energia che origina dalla contrazione muscolare per passare alla molla della macchinetta, da questa alle ruote ed infine alla pallina. Macchinetta e pallina si fermano quando hanno esaurito la loro energia.

Ci si può chiedere: da dove proviene l'energia che si trova nei muscoli? E' il cibo il portatore iniziale di quell'energia di cui l'essere umano ha necessità per vivere e per compiere tutte le azioni quotidiane. Ma dove e come è contenuta l'energia nel cibo? (lo vedremo nel Modulo 10, *Dal sole alle piante agli animali: il flusso di energia che ci consente di vivere e di crescere gli alimenti come fonte di energia e di molecole*).

Trasformazione di energia gravitazionale in energia cinetica

Materiale occorrente

- Tavoletta di legno
- Palline da ping-pong
- Tabella per la registrazione dell'esperimento

Procedimento

Procuriamoci una tavola di legno lunga circa 60 cm e una pallina. Poggiate a terra la tavola e con un sostegno rialzate la tavola da un lato di 20-30 cm, in modo che risulti un piano inclinato. Posizionate la pallina nel punto più alto della tavola e lasciatela andare.

Cosa osserviamo? All'inizio la pallina è ferma; appena viene rilasciata comincia a rotolare sempre più velocemente, dopodiché prosegue per alcuni metri fino a fermarsi. Misurare con un metro e annotare la distanza percorsa.

<i>Rilevazione del percorso compiuto dalla pallina in funzione dell'altezza del piano inclinato</i>		
Esperimento #	Partenza alta	Partenza bassa
1		
2		
3		
MEDIA		

Chiediamoci: Perché, appena la rilasciamo, la pallina si mette a correre lungo il piano inclinato? (per lo stesso motivo per cui se la rilasciamo in aria cade per terra perché è sottoposta alla forza di gravità. Non potendo cadere direttamente per terra è costretta a scivolare lungo il piano inclinato).

Chiedere: Ma la pallina, quando è ferma, trattenuta da noi sul piano inclinato, ce l'ha "dentro di sé" questa energia? (sì, perché appena la liberiamo corre via). Questa forma di energia che è immagazzinata in un oggetto si chiama energia potenziale e si libera solo quando le condizioni lo consentono.

Posizioniamo ora la pallina a metà del piano inclinato e rilasciamola.

Cosa si osserva? (la pallina scivola lungo il piano inclinato come sopra, ma poi percorre un tratto di lunghezza inferiore). *Perché? La risposta probabilmente non è intuitiva; argomentare: ci vuole più forza per lanciare una pallina a 10 metri o a 5 metri?.* La risposta sarà all'unisono: "10 metri!".

Portare agli scolari alla conclusione che, se la pallina ha fatto un percorso maggiore quando era sistemata in cima al piano inclinato, evidentemente aveva una energia potenziale (dovuta alla forza di gravità) maggiore di quando era posizionata più in basso. Fare riflettere agli scolari sul fatto che a mano a mano che la pallina scende lungo il piano inclinato la sua energia potenziale gravitazionale si trasforma in movimento. Più alto è il punto di partenza e maggiore è il percorso che fa la pallina (arriva più lontano).

L'energia chimica

Materiale occorrente

- Bottiglietta da mezzo litro di acqua minerale vuota
- Aceto
- Bicarbonato
- Palloncini gonfiabili

Versiamo in una bottiglietta 25 ml di aceto, a cui aggiungiamo due cucchiaini di bicarbonato di sodio; chiudiamo il prima possibile l'apertura della bottiglietta con un palloncino di gomma. Col passare del tempo il palloncino si gonfierà.

Analizziamo quanto è avvenuto: dal mescolamento di un solido (bicarbonato di sodio) con un liquido (aceto di vino) si sviluppa un gas (anidride carbonica). Questo esperimento mostra una tipica reazione chimica, vale a dire il risultato della rottura di legami che tengono uniti gli atomi di una o più molecole e la formazione di legami tra atomi diversi da quelli che prima erano connessi, così da costituire sostanze nuove (come, nel caso presente, il gas anidride carbonica). Ma come possiamo controllare che il gas si è sviluppato proprio a seguito dell'interazione tra bicarbonato e aceto e che non sia piuttosto l'aceto oppure il bicarbonato che liberano da soli il gas? Invitare gli scolari a fare delle ipotesi fino a progettare l'esperimento di controllo. Questo consiste nel mettere aceto e bicarbonato separatamente in due bottiglie diverse, ciascuna chiusa da un palloncino, aspettare e vedere. Si osserverà che nessuno dei due composti da solo libera gas. Questo esperimento di controllo ci conferma che è necessario che i due composti reagiscano perché si liberi gas. Anche l'energia che si trova all'interno del cibo è immagazzinata nei legami che tengono uniti gli atomi delle singole molecole, ed è detta energia chimica: si tratta di energia che ha proprietà analoghe a quella che è raccolta in una molla sotto tensione, nel senso che non è percepibile in alcun modo, ma è sempre pronta ad essere trasferita nell'ambiente circostante (anche questo tipo di energia è energia potenziale, ossia energia immagazzinata che in condizioni opportune può liberarsi e manifestarsi, producendo cambiamenti). Il palloncino, ad esempio, viene gonfiato dall'energia associata al gas che si libera durante la reazione tra l'aceto ed il bicarbonato, proprio come farebbe l'aria soffiata da un bambino direttamente dentro il palloncino dalla spinta dei suoi muscoli respiratori.

L'energia chimica che si trova all'interno del cibo viene liberata nel nostro organismo attraverso un processo di combustione, così come avviene per le

sostanze – chiamate combustibili – che prendendo fuoco liberano nell’ambiente circostante l’energia in esse immagazzinata, sotto forma di fiamma luminosa e calore. Anche i cibi si comportano come combustibili in quanto, una volta che sono stati in qualche modo accesi, bruciano consumandosi più o meno completamente. Le cellule però non sono in grado di sopportare ondate di calore così imponenti ed incontrollate, e anzi ne morirebbero bruciate. Per tale motivo, all’interno delle cellule esistono meccanismi capaci di rilasciare a piccole dosi l’energia chimica contenuta negli alimenti, e ognuna di queste dosi viene impacchettata e immagazzinata in una molecola di ATP. C’è da aggiungere che in ogni processo di combustione, oltre alla sostanza che brucia, è necessaria la presenza anche di ossigeno. Pertanto, negli organismi viventi i processi metabolici – che per una buona parte sono una sorta di combustioni che avvengono incessantemente 24 ore su 24 – l’ossigeno deve essere introdotto dall’esterno con una respirazione continua, perché nel nostro organismo non ci sono magazzini per questo gas. In altre parole, senza la presenza costante di ossigeno, qualsiasi fuoco si spegne; e senza una respirazione che si prolunga nel tempo ogni organismo muore, per il fatto che dentro le sue cellule – in un breve lasso di tempo – non rimane più energia disponibile per una qualsiasi azione. Nel fenomeno della combustione intracellulare si libera energia senza che però appaia alcuna fiamma; ed allo stesso tempo si producono scorie che, per lo più, sono anidride carbonica (eliminata dal corpo con l’espiazione) ed acqua (eliminata principalmente dai reni e col sudore).

INCONTRI DI LAVORO CON GLI INSEGNANTI

Gli insegnanti partecipi del progetto hanno mostrato sin dall'inizio un livello professionale qualificato e la capacità di adottare un approccio pedagogico basato sull'attiva costruzione delle conoscenze piuttosto che sulla loro semplice trasmissione. L'attività di partecipazione al progetto svolta nei due precedenti anni scolastici ha inoltre reso gli insegnanti stessi consapevoli degli obiettivi formativi da raggiungere e capaci di utilizzare agevolmente la metodologia di tipo induttivo caratteristica del progetto. Gli insegnanti hanno partecipato attivamente alle riunioni del gruppo di lavoro SCIESA per contribuire all'elaborazione dei moduli didattici. Gli incontri si sono principalmente focalizzati sui temi dei contenuti (conoscenze da trasmettere) e delle modalità pratiche da utilizzare a questo scopo (articolazione dei temi da affrontare, distribuzione dei tempi didattici, supporti didattici da utilizzare).

Il metodo di formazione del "lavorare insieme" è stato perseguito grazie alla presenza in classe, su specifica richiesta degli insegnanti, di uno o più membri del gruppo degli esperti. Questo ha consentito di standardizzare modi di interazione con in scolari durante le esperienze e durante la conversazione di classe e di raccogliere documentazione sulle capacità dimostrate dagli scolari. In particolare: ricordare e collegare tra loro esperienze, fare domande pertinenti e ragionate, spiegare e giustificare affermazioni, usare argomenti controfattuali, esprimere punti di vista personali. A questa raccolta di documentazione gli insegnanti hanno dato infine un contributo sostanziale (verbalizzazione di discorsi degli scolari, osservazioni, foto, riproduzione anche in forma digitale dei prodotti degli scolari).

A parere dei componenti del gruppo di lavoro, la scelta formativa adottata ha dato risultati accettabili perché gli

insegnanti non solo si sono agevolmente inseriti nella logica del gruppo di lavoro ma hanno saputo anche fornire importanti contributi, derivanti dalla loro esperienza di insegnamento, sul piano sia del metodo sia dei contenuti.

Ancora una volta, elemento critico rilevato di non facile soluzione, è stata la carenza di tempo da dedicare alla formazione. Gli impegni didattici complessivi degli insegnanti sono infatti molto rilevanti e lasciano poco spazio per un intervento abbastanza nuovo e complesso come è quello proposto dal progetto SCIESA.

VALUTAZIONE DEL LAVORO SVOLTO

PREMESSA

I materiali raccolti si possono suddividere in due categorie:

1. *la documentazione del processo di attuazione dei moduli*, su cui è basata l'analisi del processo
2. *i prodotti delle attività di verifica proposte* per la valutazione dei risultati raggiunti.

La prima categoria comprende:

- *Diari di bordo*
- *Conversazioni in classe*
- *La voce degli insegnanti*
- *La voce dei genitori*

Da questa documentazione, che mette insieme le voci dei partecipanti al progetto, possiamo ricavare informazioni per valutare *l'accoglienza e realizzabilità* dei moduli, indicazioni per apportare aggiustamenti riguardanti obiettivi e contenuti, per suggerimenti sulla formazione degli insegnanti.

La seconda categoria comprende:

- *Domande degli scolari alla fine dell'anno;*
- *Costruzione di una mappa concettuale di ambiente e organismo e dei loro rapporti;*
- *Testi scritti individuali "Ho imparato che..."*

L'analisi di questi prodotti produce informazioni sull'efficacia dei moduli in termini di appropriazione da parte degli scolari di conoscenze, di valori, di capacità cognitive e metacognitive che permettano il trasferimento di sapere nella loro vita.

ANALISI DI PROCESSO (analisi del lavoro svolto)

1. I Diari di bordo

Come ogni anno gli insegnanti hanno espresso le loro valutazioni sui Moduli Didattici utilizzando lo schema del “Diario di bordo” che per ogni singola attività formativa programmata registra l’attuazione, l’efficacia e le reazioni che ha prodotto negli alunni.

Riguardo al Modulo “Il cervello e le reti” si è rilevato che:

- l’osservazione di una piastra con cultura dei batteri non è stata realizzata in nessuna classe.
- anche alcune delle altre attività proposte non sono state realizzate. con variazioni da classe a classe. Si è trattato per lo più di attività che prevedevano l’utilizzo di immagini o discussioni in classe per raccogliere punti di vista o commentare esperienze.
- allo stesso modo varia con le classi l’apprezzamento dell’efficacia delle proposte formative. In genere ricevono un punteggio più basso le attività che comportano descrizioni e commento di immagini, elaborazione collettive alla lavagna o con cartelloni, richiamo di nozioni già apprese.
- ricevono invece il punteggio massimo per efficacia le esperienze pratiche, le situazioni di gioco ma anche quelle di rielaborazione.
- sono state molto apprezzate le esperienze sull’allevamento dei bruchi. Hanno riscosso inoltre notevole interesse l’argomento riguardante la rete interna del corpo e l’attività di elaborazione del “cartellone – schema” sugli ambienti.
- le insegnanti hanno segnalato diverse criticità proponendo in alcuni casi modifiche delle proposte didattiche.

Per quanto concerne il Modulo “La cellula” si deve in primo luogo osservare che i relativi contenuti affrontavano la “realtà invisibile” ovviamente molto lontana dall’esperienza degli alunni. Di conseguenza le difficoltà di comprensione che gli alunni hanno mostrato al riguardo, d’altra parte anticipate dalle insegnanti durante l’elaborazione del Modulo, erano del tutto prevedibili. Si è dovuto inoltre prendere atto delle difficoltà che presenta l’utilizzo del microscopio in classe anche se la presenza nella classe stessa degli esperti SCIESA ha consentito in qualche misura di superare gli ostacoli di tipo organizzativo che si sono al riguardo incontrati. Analogamente, non è stata effettuata l’esperienza di utilizzo del tubo da dialisi proposta per dare evidenza degli scambi tra soluzioni acquose a diversa concentrazione di un soluto.

Fortunatamente l’adesione di tutte le classi ad un programma per le scuole offerto dal Museo di Zoologia, centrato su attività di laboratorio e di osservazione di microrganismi, è stato un modo per sopperire alle suddette criticità che si è dimostrato molto efficace e graditissimo agli alunni incuriositi e a volte sorpresi. Inoltre la LIM (Lavagna Interattiva Multimediale), dove presente, ha permesso di cercare e trovare sul web immagini e video che hanno ampliato il valore dell’esperienza diretta e hanno suscitato altre domande.

Una delle classi ha anche visitato una mostra sul DNA aperta in quel periodo a Roma e anche questa esperienza ha avuto ricadute positive.

Al di là delle criticità di carattere generale sopra – segnalate, le insegnanti hanno riconosciuto come molto efficaci alcune attività del Modulo. In tutte le classi l’esperienza con l’uovo di gallina privato del guscio calcareo, di facile esecuzione, ha destato molto interesse fornendo le basi molto concrete per capire fenomeni di permeabilità della membrana.

L'esperienza con i cubi - proposta per mettere in evidenza il rapporto tra volume e superficie nelle dimensioni cellulari - per esplicito riconoscimento delle insegnanti ha raggiunto il suo obiettivo cognitivo in IV B e C, ma non nelle altre due classi dove è stato notato un successo solo parziale.

La costruzione di modellini di molecole in IV B è risultata utile perché gli alunni componendo i modelli hanno potuto comprendere che gli atomi (le palline colorate) sono collegati tra di loro per formare le molecole di dimensioni diverse.”

Le insegnanti hanno inoltre segnalato le seguenti criticità:

- “Il concetto del nucleo che trasmette informazioni sembra essere molto complesso ” (IV A)
- “In generale gli alunni intuiscono che le diverse forme di energia creano movimento. Meno evidente è apparso loro il fatto che un corpo “da solo” possa possedere energia” (IV A)
- “Per gli alunni non c'è nessuna differenza tra forza ed energia: sono la stessa cosa.” (IV C)
- “Gli alunni non sono in grado di distinguere le varie forme di energia” (IVB)

2. Le conversazioni in classe

Le conversazioni in classe, della durata di circa 2 ore, avvengono con frequenza bi-trimestrale in presenza delle insegnanti e degli esperti SCIESA che riportano per scritto i commenti degli scolari. Solo in una classe, la IV D, tutte le sessioni di lavoro del progetto sono documentate con verbali elaborati dalle insegnanti. Riportiamo una sintesi di osservazioni ricavate dai verbali, organizzata per temi di conversazione.

Il ricordo delle attività dell'anno precedente

Come negli anni precedenti all'inizio dell'anno scolastico si è provveduto a verificare il ricordo da parte degli scolari delle attività SCIESA svolte nell'anno precedente (in questo caso con i Moduli Didattici 8 e 9) cercando di animare in ciascuna classe conversazioni al riguardo.

Dall'analisi dei verbali si ricavano conclusioni analoghe a quelle degli anni precedenti: gli scolari ricordano soprattutto le attività pratiche (ad esempio, spesso parlano delle esperienze con l'uovo senza guscio o con la patata o delle attività fatte al Museo di Zoologia) Al riguardo un alunno ha affermato: *“ho scoperto cose che non avrei mai immaginato di vedere”*. E' facile inoltre per gli alunni raccontare le diverse fasi di una esperienza mentre sorgono notevoli incertezze nello spiegare lo scopo che questa aveva e ciò che mirava a dimostrare. Inoltre gli alunni non sembrano sempre consapevoli del filo logico che collega le attività che compongono un Modulo o per lo meno solo alcuni sono capaci di tradurre in termini verbali questo livello di comprensione. Il ricordo espresso è generalmente frammentario. Questo avviene nonostante che il lavoro svolto dagli insegnanti con la classe abbia incluso rielaborazioni parlate, scritte a volte disegnate delle esperienze.

Interessante sottolineare che gli scolari menzionano nelle conversazioni anche varie attività svolte in anni precedenti (il modulo sui sensi, la “bottiglia che respira”, la candela che si spegne se coperta da un barattolo, le drammatizzazioni per rappresentare le reti neurali). Particolarmente vivida è rimasta l'esperienza, fatta in classe seconda, di poter vedere e toccare organi animali veri (cuore, cervello).

Le osservazioni sui bruchi

Viene portato in una classe un barattolo di vetro contenente rametti di una pianta di rosa e un bruco. Il barattolo è destinato a rimanere nella classe per consentire agli alunni di osservare la crescita del bruco. L'esperienza viene accolta con interesse ed

entusiasmo dagli alunni. Inizia un' intensa conversazione condotta con maestria dalle insegnanti. L'atmosfera della classe è molto vivace e stimolante, anche se talvolta un po' caotica. Tutti gli scolari sono molto presi da questa novità. Le loro osservazioni riguardano il modo di far giungere l'aria e la luce nel barattolo, il sistema di rifornimento dell'acqua e del cibo, la forma degli escrementi, la forma del corpo del bruco e il suo destino nel caso che possa trasformarsi in una farfalla. L'insegnante suddivide la classe in piccoli gruppi di ricerca (tre alunni per gruppo) destinati a indagare: 1) Come si nutrono i bruchi. 2) Come respirano. 3) Dove vivono. 4) Come si muovono. 5) Come creano il bozzolo. 6) Come si riproducono. 7) Quanto tempo vivono. La stessa insegnante introduce il concetto complesso di "metamorfosi" che gli scolari accolgono e mostrano di conoscere affermando che significa "cambiamento di aspetto". L'ipotesi è che i bruchi siano destinati a diventare farfalle.

L'esperienza si protrae nel tempo e viene narrata attraverso una storia a fumetti. In seguito gli alunni della stessa classe hanno fatto crescere due tipi di bruchi (quello delle rose e un bruco portato da un'alunna) in due habitat diversi: uno con foglie di rosa e l'altro con foglie di lattuga. Si osserva che il bruco che mangia foglie di rosa non mangia quelle di lattuga e si conclude che ciascun bruco ha un suo habitat. Nel protrarsi dell'esperienza gli alunni imparano che per vivere i bruchi hanno bisogno di aria, di cibo, di luce e di temperatura adeguata.

L'esperienza dei bruchi viene riproposta in tutte le classi, ma non sempre riscuote la stessa entusiastica accoglienza. In particolare, in una classe gli scolari mostrano scarsa curiosità e poco interesse.

Il processo di costruzione di un ambiente

Con gli alunni di una classe si discute delle componenti di un “ambiente classe” ideale. Gli alunni individuano elementi che non riguardano solo gli aspetti concreti più ovvii (gli arredi, gli oggetti, gli spazi, la qualità dell’aria, ecc.), ma anche le persone, il clima confortevole, la gradevolezza dell’insieme, le attività che si svolgono. Un alunno ricorda la necessità di “regole”. Nell’ “ambiente – classe” desiderato entrano non solo oggetti in relazione ad una maggiore funzionalità ma anche colori, profumi, piante, giochi, musica, aspetti climatici e perfino aspetti emotivi e relazionali.

In un’altra classe l’insegnante propone immagini di ambienti di vario tipo e gli alunni decidono di rappresentare un bosco come ambiente ideale. Ognuno degli alunni disegna qualche elemento (albero, ruscello, fiori, uccelli ecc.) e l’insieme viene assemblato per comporre il bosco.

In un’altra classe si è lavorato sui cambiamenti nell’ambiente in relazione alle stagioni, in particolare all’autunno. L’insegnante ha fatto leggere dei testi, poi ha proiettato sullo schermo immagini e in presenza di queste ha chiesto agli scolari di scrivere i loro pensieri. Si chiede agli alunni: “che cosa è la natura?”. Alcuni: citano l’erba, i funghi, il mare, il regno vegetale. Un alunno afferma che è natura tutto ciò che non è artificiale. L’insegnante introduce gli ecosistemi e le catene alimentari. Secondo un alunno gli ecosistemi sono ambienti in cui ci sono esseri, viventi o non, legati da stretti rapporti di dipendenza. Intervengono diversi alunni mostrando di conoscere la catena alimentare, la differenza tra autotrofi ed eterotrofi, la diversità di bisogni tra specie diverse di piante, l’adattamento a fattori ambientali. Successivamente gli alunni parlano delle loro esperienze con animali d’affezione tenuti in casa e anche questo contribuisce a mettere in evidenza bisogni dei viventi e fattori ambientali che vanno oltre l’alimentazione (rapporto affettivo con le persone; coccole).

La comprensione del concetto di rete

Per meglio comprendere il concetto di rete e la natura degli scambi che in questa possono avvenire si crea, sulla LIM (Lavagna Interattiva Multimediale), un'aula virtuale con tutte le sue componenti.

Con l'attiva partecipazione degli alunni si discute sulle caratteristiche dell'aula virtuale e sulle differenze che intercorrono tra questa e un'aula reale. Si individua così il concetto di rete che caratterizza con modalità diverse sia l'aula reale che quella virtuale. Gli alunni con l'aiuto dell'insegnante e scambiandosi tra loro opinioni giungono a definire la rete come un insieme di contatti finalizzato allo scambio di informazioni e di comunicazioni. Si discute sulla possibilità o meno che in natura esistano reti. Sulla possibilità che possano esistere sistemi di rete in campo vegetale le opinioni sono diverse. Alcuni alunni sostengono che le piante non possono comunicare tra loro mentre altri osservano che in realtà esistono continui scambi tra le piante e l'ambiente. Le piante scambiano ossigeno con l'atmosfera e assumono sali minerali dalla terra ed energia dal sole.

L'insegnante invita ad approfondire il concetto di scambio e gli alunni appaiono in grado di formulare vari esempi al riguardo. Si discute sulla possibilità che una rete si rompa e gli alunni anche a questo riguardo cercano di individuare esempi tratti dal loro vissuto quotidiano.

Le conoscenze apprese sulle cellule e sulle relative funzioni

Gli alunni della IV A e della IV B di via Asmara sono andati al Museo di Zoologia e hanno fatto il laboratorio sulla cellula. E' stato chiesto loro di fare un vetrino (acqua fangosa) e di guardarlo con la lente di ingrandimento e al microscopio. Sono riusciti con grande entusiasmo a visualizzare un'ameba. Hanno

anche guardato foglie e fiori allo stereomicroscopio e in seguito hanno potuto osservare organismi unicellulari.

Nella discussione su questa esperienza e su quanto hanno potuto apprendere in classe sulla cellula e sulle sue funzioni emergono conoscenze ma anche dubbi e perplessità.

Quando l'insegnante chiede se è utile per le cellule essere piccole molti alunni rispondono positivamente affermando che le piccole dimensioni consentono alle cellule di nutrirsi più agevolmente e di penetrare in spazi anche angusti. E' per questo che le cellule si moltiplicano invece di crescere nelle loro dimensioni. Al riguardo gli alunni ricordano l'esperienza volta a dimostrare che la superficie esterna di un cubo grande è molto minore della sommatoria delle superfici esterne dei piccoli cubi in cui il cubo grande può essere scomposto. Non sembra però a tutti chiaro il collegamento tra ampiezza della superficie esterna e maggiori possibilità di scambi – e quindi anche di assunzione di nutrienti - a livello della membrana cellulare.

Gli alunni ricostruiscono l'esperienza con le uova volta a dimostrare l'esistenza e le funzioni della membrana cellulare. Ricordano inoltre l'esperimento con la patata (processo di osmosi).

Altri argomenti di discussione, sollecitati anche dalle insegnanti hanno riguardato:

- il significato delle diversità di forma delle cellule;
- la relazione tra la moltiplicazione delle cellule e l'accrescimento degli organismi;
- le modalità del processo di osmosi;
- le relazioni tra le dimensioni di un organismo e le dimensioni delle cellule che ne fanno parte.
- le diverse funzioni che gli organismi unicellulari sono in grado di svolgere.

La comprensione di che cosa sono le molecole

Osservando in una classe i cartelloni riguardanti “la piramide alimentare” e “i materiali che compongono le piante e gli animali” si giunge a parlare, insieme agli alunni, di molecole.

Invitati a immaginare le molecole alcuni alunni rispondono che “*sono come palline*”. Alle richieste di disegnare come immaginano le molecole tutti gli alunni rispondono tratteggiando la molecola dell’acqua (una specie di testa di Topolino con le due grandi orecchie) perché in classe avevano già potuto osservare l’immagine sul libro e costruire il relativo modellino.

La trasposizione grafica di immagini è un processo molto difficile. E’ tuttavia probabile che gli alunni non siano riusciti a formarsi un’immagine mentale della molecola.

Proseguendo nella discussione gli alunni hanno però dimostrato di ricordare la distinzione tra i principali tipi di molecole di cui ci nutriamo.

La conoscenza delle sostanze alimentari e la comprensione della funzione alimentare

Nel cartellone sulla “piramide alimentare” sono illustrati diversi alimenti affiancati da un testo che illustra il relativo valore alimentare. In evidenza sono scritte tre parole: equilibrio, moderazione e varietà. Gli alunni spiegano il senso di queste parole: “*Non mangiare né troppo né poco*”, “*Non mangiare sempre gli stessi cibi*”.

La classe è andata al Museo di Zoologia e ha svolto attività sugli alimenti e la relativa composizione. Gli alunni ricordano gli esperimenti, i nomi delle molecole, le differenze evidenziate. Alla domanda sulle ragioni per cui gli alimenti forniscono energia gli alunni formulano ipotesi diverse: “*Per correre, per crescere*”; “*Per rinforzarci, perché il cibo va in*

tutto il corpo, nel sangue, nei muscoli, e questo ci da energia” ; “La mia mamma dice: mangia, altrimenti non riesci neanche a stare attenta.” ; “Se non mangi non riesci neanche a stare in piedi.”

Si chiede agli alunni se ritengono che una certa quantità di energia sia necessaria sempre per rimanere vivi dal momento che nell’organismo umano alcuni organi (cuore, polmoni, ecc.) funzionano sempre. Anche in questo caso le risposte sono diverse: *“Dipende se di notte ti muovi, allora si consuma un po’ di energia. Si consuma energia perché il cuore batte sempre.” ; “Magari all’esterno non ci accorgiamo, ma dentro tutto si muove sempre, anche se non si consuma tanto. Io di notte nel sonno tiro calci. Dentro di me ci stanno anche altre forze.” ; “Chi fa ginnastica artistica cresce di più. Però se la fa tutti i giorni si ferma la crescita.”*

Si affronta quindi il problema dell’accrescimento. Gli alunni appaiono consapevoli che il processo è continuo e riguarda tutto il corpo nel suo insieme. Qualcuno parla di differenze individuali e delle variabili (patologiche, genetiche, alimentari) che condizionano il processo. Ci si domanda che cosa è che arresta la crescita. Gli alunni cercano di formulare ipotesi: *“Il maestro di mio fratello che fa ginnastica artistica è bassissimo, perché ha avuto delle malattie ed è rimasto basso” ; “Non si cresce per l’altezza, l’importante è l’età ma l’accrescimento dipende anche da come si nasce.”*

La comprensione del concetto di energia

Dopo gli esperimenti effettuati in classe relativamente al concetto di energia ogni alunno ha disegnato e scritto una frase sull’ energia stessa. Nella discussione che segue gli alunni mostrano di avere compreso che si possono usare forme diverse di energia per produrre il movimento e che senza energia non c’è moto. Denominano le forme di energia come: *“polmonare”, “meccanica”, “forza di gravità”, “muscolare”.*

Leggendo poi dal libro di testo parlano di energia geotermica, di energia elettrica e delle forze che si sfruttano per produrla. Alla domanda se è la forza o l'energia a produrre il movimento le risposte si fanno confuse : “L'energia sta nella forza” ; “Le pale eoliche accumulano la forza del vento in energia.” ; “I pannelli solari di una roulotte forniscono energia per accendere la luce, il frigo, l'aria condizionata. Senza energia non c'è movimento”.

Alla domanda sulle ragioni per cui la gomma da cancellare quando viene sfregata molto diventa calda gli alunni non sanno rispondere. . Successivamente si torna sull'argomento dell'energia che gli alunni chiamano “polmonare” perché hanno partecipato all'esperimento dell'automobilina giocattolo spinta dall'aria che fuoriesce da un palloncino gonfiato. Gli alunni sono concordi nel ritenere che il movimento della macchinina è provocato per reazione dall'aria che fuoriesce dal palloncino ma non sembrano avere acquisito la distinzione tra forza ed energia..

Le emozioni e le relazioni con tutto l'organismo

Discussione in classe sui segnali che il corpo ci invia anche relativamente alle diverse emozioni che possiamo avvertire. Alcune frasi degli alunni appaiono significative: “ *Quando corriamo c'è come qualcuno che bussa alla porta. Ma chi è? E' il cuore.*” ; “*Il cuore batte fortissimo anche quando fai dello sport o hai paura*” ; “*Il cuore batte forte anche quando sei felice*” ; “*Se il cuore batte fortissimo puoi avere anche dei problemi.*” ; “ *Le varie parti del corpo comunicano tra loro*” ; “ *Il cervello capisce ... ma succedono delle cose che nemmeno ce ne accorgiamo.*” ; “ *Mi accorgo che mamma è arrabbiata con me anche se è gentile con gli altri.*”

In sintesi, dall'analisi dei verbali delle conversazioni in classe si ricavano conclusioni analoghe a quelle degli anni precedenti: gli alunni ricordano soprattutto le attività pratiche e in molti

casi sanno raccontare le fasi di una esperienza ma sono incerti nello spiegare lo scopo che questa aveva e la natura del fenomeno che mirava a illustrare. Inoltre non sembrano consapevoli del filo logico che collega le diverse attività che compongono un Modulo Didattico. O per lo meno non sono capaci di tradurre in termini verbali questo livello di comprensione. Il ricordo espresso è generalmente frammentario e questo avviene nonostante il lavoro svolto dagli insegnanti con la classe abbia incluso rielaborazioni orali, scritte e a volte disegnate delle esperienze.

3. La voce delle insegnanti

Da quanto riportano le insegnanti, si capisce che il ricordo e l'interesse per i moduli dell'anno precedente si diversifica nelle classi: in IV A sono state apprezzate soprattutto le attività riguardanti i sensi; in IV D le tematiche concernenti le attività mentali hanno suscitato molto interesse. Inoltre in IV D i 5 scolari nuovi presenti in classe si sono molto incuriositi al racconto, fatto dai compagni, delle attività del progetto SCIESA.

Un elemento riferito durante il primo incontro dell'anno scolastico con le insegnanti può essere considerato come dato positivo: l'iniziativa di stampare "i libricini" (resoconti annuali del progetto SCIESA) è stata molto apprezzata dagli alunni che si sono così sentiti ascoltati e valorizzati. Gli stessi alunni mostrano di gradire gli interventi in classe di "persone esterne" (esperti SCIESA). Inoltre i genitori delle classi di via Asmara hanno chiesto di avere "i libricini".

Alla presentazione del Modulo "Viaggiando nel mondo che non si vede" alcune insegnanti hanno espresso dubbi sulla comprensibilità da parte degli scolari del concetto di energia e della relazione tra cibo ed energia. A proposito del ricordo delle attività di SCIESA, un'insegnante commenta che gli scolari hanno difficoltà a riconoscere le relazioni che collegano

gli esperimenti ai fenomeni. Si concorda nel ritenere che questo, è un problema su cui riflettere per il futuro.

4. La voce dei genitori

Gli incontri con i genitori nella scuola di via Asmara hanno avuto maggiore partecipazione di quelli nella scuola di via Novara. Molti genitori hanno detto che dopo la visita al Museo di Zoologia gli scolari hanno utilizzato il microscopio che avevano in casa e che non avevano mai usato prima.

Non sembra che l'interesse mostrato nella partecipazione alle attività in classe porti necessariamente gli alunni a parlarne con i genitori. E' anche vero che talvolta gli alunni hanno chiesto ai genitori di ripetere esperienze fatte in classe. Probabilmente questo accade perché – come segnalato dalle insegnanti - è la parte sperimentale delle attività che interessa maggiormente.

Si deve osservare comunque che all'invito esplicito di esprimere le loro impressioni e di fornire informazioni atte a contribuire alla valutazione di efficacia del progetto SCIESA i genitori, tranne pochi casi, non hanno risposto in modi particolarmente utili.

ANALISI DI PRODOTTO

verifica dei risultati

1 – Analisi delle domande scritte dagli scolari alla fine dell'anno scolastico

Verso la fine dell'anno scolastico, gli alunni della classe IV di via Asmara chiedono spontaneamente di poter utilizzare, come lo scorso anno, una scatola destinata ad accogliere le loro domande concernenti quanto appreso con il progetto SCIESA. Gli stessi alunni provvedendo poi a costruire la scatola con la scritta "Domande scientifiche...?" Questa richiesta viene considerata indicativa di un atteggiamento attivo nei confronti dell'acquisizione di conoscenza.



Questo tipo di attività è stata riproposta anche alle insegnanti delle altre classi. Le classi di via Asmara si sono riunite per condividere le domande e darsi risposte.

L'esame delle domande formulate dagli scolari delle quattro classi mostra che il loro numero è più grande del numero degli scolari per classe e che i quesiti sono tutti pertinenti e nella grande maggioranza "autentici", in quanto riferiti a reali curiosità e riflessioni. I contenuti delle domande riguardano gli argomenti trattati nei moduli (le cellule, le molecole, l'ambiente) ma anche fatti o fenomeni noti agli scolari nella vita quotidiana. Si può riconoscere una certa caratterizzazione di ogni classe, probabilmente perché i contenuti sono anche in relazione con le più recenti discussioni fatte in classe relativamente alla materia. In IV C emerge un forte interesse per le malattie, gli agenti che le causano e i mezzi che le combattono; in IV B molte domande riguardano il DNA; in IV D compaiono domande su relazioni tra organismi e ambiente;

in IV A lo spettro dei contenuti è più ampio e più vicino all'esperienza personale.

Per mettere in evidenza il loro grado di elaborazione concettuale le domande sono state suddivise in 5 principali categorie:

A – *domande fattuali* che interrogano sullo stato delle cose o dei fatti con formulazioni del tipo: “cosa è ...”, “quanto è ...”, “come è ...”, “da cosa è fatto ...”, “dove si trova ...”, “è più... o più..”, “quanto tempo ...”, “che differenza esiste tra ... e “ (Es.: I polmoni sono uguali? Quanti battiti del cuore ci sono al minuto? Che cosa è una cellula? Che cos'è un atomo? Che forma ha il DNA? Quanto misura un atomo? Il sangue è un tessuto? E' più grave la varicella o il morbillo? Sono più pericolosi i batteri o i virus?)

B – *domande funzionali* o di processo che interrogano sulla funzione delle cose, sulle dinamiche dietro i fatti, su procedure scientifiche, con formulazioni del tipo: a che serve, perché è importante per ..., come fa a ..., cosa provoca. (Es.: A cosa servono le proteine? Come si estrae il DNA? Cosa provoca il meningococco? Come fanno i batteri a diventare più forti? Come sono individuabili le molecole? A cosa serve dormire? Due cellule diverse formano una cellula uguale a loro?)

C - *domande ipotetiche* che interrogano su possibilità alternative di fatti o su conseguenze di un fatto ipotizzato con formulazioni del tipo: che succede se..., se ... allora perché..., può essere che... (Es.: Se ci pungiamo con un ago e esce una goccia di sangue, quanti ml perdiamo? Perché non mangiamo la muffa se è anche medicinale? Ma se i genitori, famigliari sono neri (marroni), il figlio/a possono diventare solari, biondi, non abbronzati? Una cellula può cambiare ruolo nel corpo? Ma se resti in un posto senza alberi e senza smog c'è ossigeno? Quando uno non è in rete con l'ambiente che succede? Ci sono cellule che non si riproducono?)

D – *domande concettuali*. che interrogano sul significato di fatti o sulla costruzione di conoscenze, con formulazioni del tipo: cosa significa ..., come si fa a sapere ... (Es.: Cosa significa equilibrio alimentare? Come si fa a inventare gli antibiotici? Come si fa a sapere se l'antibiotico è quello giusto?)

E - *domande esplicative* che interrogano sulle cause di fenomeni e sui meccanismi che li producono: perché ..., come avviene ..., perché avviene ... (Es.: Perché se preparo un brodo ad un neonato e ci metto l'olio, quando mischio l'olio è sempre al lato? Perché se ti estraggono tanto sangue e se non mangi svieni? Come avviene la divisione della cellula? Perché se tagli la cipolla ti viene da piangere? Perché avviene il processo di osmosi? Perché il nostro corpo reagisce in maniere diverse e non uguali? Perché alcuni batteri ci fanno bene come ad esempio i fermenti lattici? Perché c'è la medicina omeopatica? Perché gli antibiotici distruggono anche i batteri buoni? Qual è la differenza tra la forza e l'energia? Perché le cellule si abbronzano? Quando ti rompi qualcosa cosa succede alle cellule?)

F - *domande di verifica* che interrogano sulla verità di informazioni con formulazioni del tipo é vero che... (Es.: E' vero che noi uomini usiamo il 20% del nostro cervello?)

Trascurando le domande appartenenti a quest'ultima categoria (perché sono soltanto tre) e cinque domande non classificate, si riportano nella Tabella che segue i totali per ogni categoria sul totale di domande delle quattro classi e la distribuzione delle categorie in ogni classe, calcolata come percentuale rispetto al totale delle domande formulate.

Le classi differiscono notevolmente per numero di alunni (**N**) e di questo dato si deve tener conto nel confronto della produzione tra le classi.

	A Fattualità	B Funzionalità	C Ipotetiche	D Concettuali	E Esplicative
Totale domande per categoria	60	16	12	8	39
IV A N*=7 Tot. 16	31.2%	18.7%	6.2%	6.2%	43.7%
IV B N*=13 Tot. 25	52.0%	20.0%	4.0%	0	24.0%
IV C N*=24 Tot. 54	33.3%	9.2%	9.2%	7.4	37.0%
IV D N*=25 Tot.48	50.0%	5.5%	10.4%	5.5	10.4%

N* = numero degli scolari

Pur consapevoli di un certo grado di soggettività nell'assegnazione delle domande alle diverse categorie e del carattere puramente indicativo di dati raccolti con un numero molto esiguo di osservazioni, si ritiene utile trarre alcune indicazioni dalla tabulazione sopra riportata.

In due classi, IV A e IV C, è più alta la produzione di domande calcolata in rapporto al numero degli alunni. E nelle stesse classi la percentuale di domande esplicative è più alta rispetto a quella delle altre categorie. Complessivamente le domande fattuali risultano le più numerose, seguite dalle esplicative. Ogni classe mostra però un suo profilo nella distribuzione delle categorie: le domande fattuali sono nettamente prevalenti in IV B e IV D.

Se consideriamo come domande di livello più alto dal punto di vista cognitivo quelle di tipo esplicative, ipotetico e

concettuale e sommiamo le percentuali relative in ogni classe, possiamo notare che le classi IV A (56.1) e IV C (53.6) emergono per la qualità delle domande formulate dagli scolari.

2 – Analisi delle mappe concettuali del Modulo *Ambiente e Organismo e i loro rapporti*

Le classi non avevano esperienza di costruzione di rappresentazioni concettuali. E' stata dunque creata una versione semplificata di queste rappresentazioni adottando una procedura che consentisse di giungere per gradi alla individuazione prima di insiemi e poi di reti di parole tra loro legate da relazioni. Obiettivo della attività è quello di mettere alla prova la capacità di esplicitare con quante più parole possibile i temi dell' "ambiente" e dell' "organismo" e di identificare il tipo di relazioni che tiene insieme queste parole. L'analisi delle mappe prodotte si è basata sul conteggio delle parole che gli alunni hanno aggiunto a quelle a loro suggerite in partenza, sulle relazioni pertinenti individuate e, infine, sulla valutazione qualitativa del tipo di parole e di relazioni.

L'attività della durata di un'ora è stata proposta in classe dagli esperti SCIESA. Si è iniziato ricordando agli alunni che negli anni precedenti avevano lavorato per l'elaborazione di prodotti (un libricino e dei poster) in grado di comunicare ad altri quello che avevano imparato con il progetto SCIESA. La richiesta che si rivolgeva loro al momento era quella di partecipare alla elaborazione di uno "schema rappresentativo" che è qualcosa di più astratto di un semplice racconto. Una rappresentazione di conoscenze è un'immagine schematica che riesce a comunicare qualcosa anche solo guardandola. Con questa rappresentazione si intende far capire il significato di AMBIENTE e di ORGANISMO". A questo scopo abbiamo portato in classe un grande cartellone con disegnati a matita nera due cerchi affiancati, contenenti altri cerchi concentrici, con sotto le parole ambiente e organismo e alcuni post-it con scritte le

parole: sole, aria, acqua, persone, cose, animali, piante, virus, batteri, libertà. Gli scolari sono stati invitati a dire perché avevamo disegnato quei cerchi, poi a collocare sul cartellone i post-it (meno *libertà*, utilizzata più avanti), poi a pensare altre parole da scrivere, via via posizionandole. Abbiamo rassicurato gli scolari che non c'erano possibilità di errore e che i post-it potevano essere spostati o tolti come volevano. Dopo esserci occupati dell'insieme AMBIENTE siamo passati all'insieme ORGANISMO e qui le parole sono state proposte solo dagli scolari. Alla fine è stato chiesto se era possibile trovare collegamenti tra le parole dentro ogni insieme e poi tra gli insiemi. I collegamenti sono stati tracciati dal ricercatore con pennarelli di colori diversi. E' stato sottolineato che le relazioni non erano tutte dello stesso tipo e che si sarebbe potuto dare loro un nome per distinguerle. Durante il lavoro, in tutte le classi sono state fatte le stesse domande-stimolo per sollecitare a spiegare le ragioni sottostanti l'aggiunta e collocazione di parole e di relazioni.

Alla fine abbiamo proposto la parola SALUTE e abbiamo chiesto: dove la collochiamo? A cosa la colleghiamo? Quali altre parole potremmo collegare con questa?

In tutte le classi l'attività proposta è stata accolta con interesse, anche se ha richiesto vari chiarimenti essendo nuova per gli scolari. In IV C la discussione è proseguita il giorno dopo, su richiesta dell'insegnante, perché il cartellone era stato mostrato a scolari che erano stati assenti con la richiesta di interpretarlo. Questa occasione ha permesso di approfondire lo scopo e il senso di questo tipo di rappresentazione di conoscenze.

Analisi delle rappresentazioni prodotte

Le mappe contengono solo una parte delle idee proposte dagli scolari e confrontate tra loro durante il lavoro. I verbali offrono certamente un quadro più ricco dei modi di ragionare attorno ai

concetti e di rappresentarli, anche rimettendo in discussione i criteri quando nuove parole si aggiungono.

Nell'*Allegato* sono riportati alcuni brani tratti dalle discussioni che hanno accompagnato la composizione delle mappe concettuali su *Organismo e Ambiente*.

Abbiamo utilizzato come indicatori della qualità delle mappe il numero di parole presenti, il grado di inter-connesione definito non come numero assoluto di relazioni ma come rapporto tra questo e il numero delle parole; i criteri scelti per l'organizzazione delle parole; la qualità di parole e delle relazioni. La valutazione degli indicatori deve essere rapportata al numero degli scolari presenti in classe durante il lavoro. E' possibile solo fare un confronto tra le classi non avendo dati di riferimento esterni al gruppo sperimentale.

Le Tabelle che seguono sintetizzano alcuni dati.

AMBIENTE

<i>Classe</i>	<i>N° parole totali</i>	<i>N° parole aggiunte</i>	<i>Connettività relazioni/parole</i>	<i>Lista parole aggiunte</i>
IV A Presenti 5	15	6	1.33	Atomi, Città, Ossigeno, Case, Odori, Emozioni <i>Collocate al centro:</i> Sole, Ossigeno, Aria
IV B Presenti 10	13	3	0.84	Energia, Emozioni, Città <i>Collocate al centro:</i> Sole, Acqua, Piante, Persone
IV C Presenti 19	20	12	1.05	Universo, Colori, Clima, Tempo, Stelle, Pianeti, Aria, Nuvole, Città, Polvere e terra, Cibo, Emozioni <i>Collocate al centro:</i> Persone, Batteri, Virus, Animali, Città, Cose, Aria
IV D Presenti 20	16	6	1.68	Cibo, Terra, Emozioni, Odori, Amicizia, Rumori/suoni <i>Collocate al centro:</i> Persone, Animali, Batteri, Virus, Piante, Emozioni

ORGANISMO

<i>N° parole totali</i>	<i>Classe</i>	<i>Connettività relazioni/parole</i>	<i>Lista parole</i>
11	IV A Presenti 5	1	Cellule, Vene, Cuore, Cervello, Polmoni, Sangue, Acqua, Atomi, Virus, Batteri, Emozioni <i>Collocate al centro:</i> Virus, Batteri, Atomi, Acqua
14	IV B Presenti 10	1.14	Pelle, Vene, Sangue, Circolazione, Cuore, Cervello e neuroni, Muscoli, Scheletro, Polmoni, Sensi, Cellule, DNA, ATP, Emozioni <i>Collocate al centro:</i> Cuore, Polmoni, Cervello, Cellule, Sangue
14	IV C Presenti 20	1.5	Cervello, Occhi + 4 sensi, Cuore, Polmoni, Intestino, Muscoli, Ossa, Cellule, DNA e RNA, Batteri, Virus, Vene e Arterie, Sangue, Anticorpi <i>Collocate al centro:</i> Cuore, Polmoni, Cellule, Cervello
7	IV D Presenti 19	0	Cellula, Tessuti, Organi, Apparati, DNA, Atomi, Globuli rossi e bianchi e piastrine <i>Collocate al centro:</i> DNA, Atomi

La mappa è stata organizzata in modo gerarchico da DNA a Organi, quindi per insiemi

Mappa Ambiente

Le considerazioni che seguono sono da interpretare con le precauzioni dovute al numero esiguo di osservazioni raccolte.

Considerando il rapporto tra numero di parole aggiunte e numero degli scolari presenti in classe, la IV A risulta la classe più produttiva e anche con un indice di connettività alto.

In tutte le classi, tra le parole aggiunte compaiono quelle oggetto dei contenuti dei Moduli svolti durante l'anno. Interessante la presenza di EMOZIONI e le giustificazioni che ne danno gli scolari.

In IV A e IV B il criterio scelto è di disporre al centro dell'ambiente il SOLE seguendo un ordine "astronomico", integrato poi con il criterio di "importanza" per la vita, come ARIA/OSSIGENO, man mano che si consideravano le altre parole. Tuttavia ACQUA in IV A è collocato vicino a PIANTE, parola messa in posizione più periferica rispetto a sole, insieme a ANIMALI e PERSONE. In IV C e IV D si discute molto sulla scelta dei criteri proposti: "astronomico", dalla TERRA al all'UNIVERSO; "ecologico", da ambienti terrestri ad ambienti aerei; "importanza". Prevale la proposta di mettere al centro ciò che appartiene alla TERRA, ma restano anche diversità di opinioni tra gli scolari derivanti dal modo di considerare l'importanza (rispetto alla vita o a noi umani) e di sovrapporre collocazione nello spazio reale e concettuale.

Mappa Organismo

Anche in questo caso la IV A risulta la più produttiva, mentre la IV C è la classe con l'indice di interconnettività più alto.

Vengono ricordate in tutte le classi i principali organi ma anche le componenti microscopiche (CELLULE, BATTERI, DNA, ATP, ATOMI, MOLECOLE,) trattate durante l'anno.

I criteri concordati per l'organizzazione delle parole differiscono tra le classi: in IV B e IV C si procede dal centro alla periferia per ordine di importanza per mantenere in vita l'organismo; in IV D si sceglie il criterio di inclusività dal micro (ATOMI, DNA) al macro (APPARATI); questo è in

parte anche il criterio della IV A che però costruendo la mappa di ambiente aveva già collocato ACQUA anche al centro di organismo.

Qualità delle relazioni

Le relazioni che collegano le parole individuate dagli scolari all'interno di ognuna delle due mappe appartengono in larga maggioranza al tipo “è parte di ...” sia nel senso “componente di” che “sta in”. Ci sono poi alcune relazioni del tipo: “ha bisogno di ...” o “necessario a ...”, “è causa di ...” o “prodotto da ...”. Nel caso dell'organismo il cervello è in relazione con gli organi in quanto fisiologicamente collegato a questi.

Sono state tracciate numerose relazioni, tutte pertinenti, anche tra l'organismo nel suo insieme e componenti dell'ambiente (ad esempio, con ARIA, ACQUA, CIBO, BATTERI, LIBERTÀ) o tra componenti dell'uno e dell'altro (ad esempio DNA con PIANTE, con ANIMALI, con PERSONE; SANGUE con ACQUA; GLOBULI ROSSI con ARIA, con ANIMALI). Le EMOZIONI compaiono sia come componenti degli organismi che come parte dell'ambiente in quanto prodotte dalla relazione che le persone hanno con questo.

In conclusione, sottolineiamo che emerge in tutte le classi una visione di ambiente e di organismo come insiemi di componenti dal livello micro al macro, interrelate e in relazione tra loro; la SALUTE attiene ad entrambi gli insiemi ed è risultato delle relazioni tra organismo e ambiente.

3 –Analisi dei testi scritti individuali “Ho imparato che ...”

Nel dicembre 2017 si è stabilito di proporre agli scolari, ormai padroni dello strumento “scrittura”, un compito scritto individuale con la richiesta di raccontare quello che avevano imparato nell'anno precedente sviluppando uno o più argomenti trattati in uno dei moduli del progetto SCIESA. L'elaborazione scritta di questi argomenti, sia pure a livello

elementare, chiama in causa le abilità metacognitive degli scolari e rivela un primo livello di comprensione del lavoro svolto.

Per facilitare il compito, gli argomenti trattati in ciascun Modulo sono stati brevemente elencati in una scheda, come argomenti da svolgere con libera scelta in forma scritta.

Relativamente al Modulo 8 (“Il cervello e le reti: esterna col proprio ambiente, interna col proprio corpo”) gli argomenti proposti sono i seguenti:

- gli ambienti dove si svolge la nostra vita, anche insieme agli altri
- gli ambienti ci danno emozioni positive e negative
- gli ambienti sono diversi, cambiano e così anche le emozioni
- si possono migliorare le caratteristiche di un ambiente
- si può pensare all’ambiente come una rete di relazioni tra tante componenti
- all’interno delle reti avvengono scambi
- anche il corpo può essere considerato un ambiente in cui le diverse componenti sono tra loro collegate in rete
- dall’interno del corpo riceviamo segnali del suo buono o cattivo funzionamento

Relativamente al modulo 9“ (Dal grande al piccolo. Il microscopio ci fa scoprire come siamo fatti”)

gli argomenti proposti sono i seguenti:

- al microscopio si vedono organismi fatti di una sola cellula
- al microscopio si vedono le cellule che formano i tessuti di organismi vegetali e animali
- al microscopio si vede che le cellule sono diverse

- al microscopio si vede che le cellule hanno una forma e struttura interna
- le cellule per vivere hanno bisogno di energia e quindi si nutrono
- le cellule si moltiplicano e per questo gli organismi possono crescere
- al microscopio non si vedono le molecole
- anche le molecole sono diverse tra loro
- le molecole sono composte di parti ancora più piccole
- con le insegnanti e i compagni hai fatto esperienze, ricerche, ragionamenti: quali sono le cose che pensi di avere imparato?

Nelle quattro classi il compito è stato presentato in modi diversi. In V C l'insegnante ha letto la scheda e ha aperto una breve discussione per individuare delle domande e creare così una "scaletta". Gli alunni sono stati lasciati liberi di rispondere alle domande che ritenevano opportune.

In V D l'insegnante ha proiettato alla LIM la scheda e ha lasciato gli alunni liberi di scrivere.

Nelle V A e B unificate l'insegnante ha distribuito agli scolari la scheda con le relative consegne.

I testi scritti successivamente raccolti e presi in esame rendono evidente l'impegno posto dagli alunni, per una elaborazione personale dei contenuti. A proposito del Modulo 8 si trovano infatti, anche le paure del trovarsi soli in casa, le ansie per il buio, le attività amate (come il calcio, la danza, i videogiochi), i panorami delle vacanze, le emozioni negative provocate da una sgridata delle maestre, il ribrezzo per le formiche trovate una notte in bagno.

Dagli scritti traspare con evidenza ciò che i Moduli hanno prodotto quanto a comprensione di fatti e capacità di stabilire tra loro delle relazioni. Emergono anche importanti differenze

di capacità degli scolari in termini di ricchezza linguistica e organizzazione morfo-sintattica. Gli scritti degli scolari delle due classi di via Asmara (IV A e IV B unificate nell'anno scolastico 2017-18), sono in genere più brevi, meno corretti e più semplici a livello formale. Nella maggioranza dei casi non emergono però differenze a livello concettuale tra gli elaborati degli alunni dei due complessi.

Riguardo al Modulo 8 sono evidenti le capacità di interpretare gli ambienti e di riconoscere relazioni tra caratteristiche ambientali e di stati emotivi. La citazione letterale di frasi al riguardo è significativa: *“Fin dalla prima abbiamo imparato che l'ambiente comprende il nostro corpo e le nostre emozioni”*; *“Di solito per star bene faccio finta di niente e penso al nuovo gioco di Pokemon”*; *“Le caratteristiche di un ambiente variano a seconda del posto. Per esempio quando stiamo dal dentista e ci annoiamo. Oppure quando facciamo ricreazione e il tempo scorre più velocemente.”* Gli alunni fanno attenzione anche ad aspetti funzionali come, ad esempio, *“la disposizione dei banchi per favorire la comunicazione fra gli scolari”*. Mostrano la capacità di distinguere componenti fisiche o sociali (cose, le persone, gli amici, i compagni), di riconoscere le diversità ambientali (sensibilità degli scolari a luminosità, colori, affollamento in ambienti costruiti).

In una delle classi appare in tutti i testi la rappresentazione dell'ambiente come rete di emozioni, di relazioni tra persone, di scambi fisici o psichici e di risorse alimentar. Alcune frasi esemplificative al riguardo: *“In questo ultimo anno, con la classe, abbiamo imparato cose nuove come le reti. Quest'argomento è stato uno dei miei preferiti e per approfondirlo, ne abbiamo parlato molto e abbiamo fatto anche dei lavori”*; *“E' come se si effettuassero degli scambi, ma questi scambi non sono solo materiali ma anche emotivi; ci scambiamo affetto, armonia, ci aiutiamo a vicenda”*; *“All'interno della rete avvengono scambi come messaggi con il*

cellulare”; . *“Ad esempio possiamo immaginare il nostro corpo come un ambiente e gli organi che lo compongono come le persone che comunicano fra loro per scambiarsi informazioni di buono o mal funzionamento. Questi canali di comunicazione nel nostro corpo arrivano fino al cervello che le trasforma in emozioni, esperienze, ricerche e ragionamenti”.*

Appare acquisito dagli alunni che dall'interno del corpo arrivano segnali, sintomi, allarmi, feed-back sul funzionamento buono o cattivo dell'intero organismo. (*“nel nostro corpo riceviamo segnali di buon funzionamento e di mal funzionamento, come quando proviamo dolore al collo perché si sono intrecciati dei neuroni ... oppure quando ci si ammala perché dei batteri sono entrati nell'organismo”*).

Interessante la possibilità dichiarata in quasi tutti i testi scritti di intervenire su caratteristiche che rendono spiacevole un ambiente. Si riportano alcune frasi indicative : *“le caratteristiche di un ambiente possono essere migliorate non solo fisicamente, ma anche mentalmente. Per esempio, se un compagno è triste lo si potrebbe rallegrare facendo diventare l'ambiente un po' più divertente”;* *“Noi possiamo aiutare l'ambiente non solo non inquinando ma anche aiutando qualche persona se è triste. In questo modo aiutiamo una persona che fa parte di una rete. E se questa persona è più felice migliora tutta la rete e quindi tutto l'ambiente”.*

Gli alunni collegano lo “stare bene” al mangiare sano e in giusta quantità, all'attività sportiva, alla pulizia. Qualcuno amplia il concetto scrivendo: *“Le abitudini da adottare per stare bene sono: stare insieme, non menarci, non dire parolacce, stare attenti quando la maestra parla e aiutarci”.*

Una scolara mostra di avere imparato anche a collegare il benessere del corpo con il livello di organizzazione microscopica del corpo stesso scrivendo: *“le cellule stanno*

male quando noi mangiamo troppo zucchero, troppa cioccolata e troppi altri cibi dannosi”.

Riguardo al Modulo 9, in molti scritti si trovano parafrasati i titoli delle unità dei moduli. Spesso però vengono formulati anche contenuti nuovi che esprimono quanto e come è stato appreso e compreso: le cellule sono *“una piccola unità di vita”*; *“per vedere le cellule con tutti i particolari ho dovuto usare un colorante”*; *“le cellule differiscono tra loro “*; *“le cellule formano tessuti animali o vegetali; ci sono organismi monocellulari”*.

Generalmente viene specificato che le cellule si nutrono *“per avere l’energia”*. Il modo attraverso il quale si nutrono è espresso in termini diversi: *“ si nutrono di sangue”, “ si nutrono con il sangue”, “si nutrono attraverso il sangue”*. Qualcuno aggiunge che le cellule hanno bisogno di aria o di ossigeno per vivere.

Alcune nozioni risultano confuse nelle frasi scritte dagli alunni. In particolare spesso non appaiono bene assimilati i concetti fondamentali riguardanti la funzione della membrana cellulare nel passaggio di sostanze, la relazione tra dimensione corporea e numero di cellule e la relazione tra dimensioni della cellula e superficie assorbente. Solo una parte degli scolari parla del meccanismo di permeabilità cellulare e l’affermazione più comune riguardo alle dimensioni cellulari è che *“è più conveniente avere più cellule che una..* Argomento molto più raro: *“Le cellule che si trovano nel nostro corpo sono moltissime e molto piccole, perché in questo modo c’è più membrana che in un’unica grande cellula e la membrana è molto importante perché fa entrare le sostanze nutritive più importanti”*

Di difficile comprensione l’analogia tra la membrana dell’uovo e quella della cellula: *“Conosciamo una cellula molto grande, l’uovo, che è visibile ad occhio nudo”*; *“L’uovo l’abbiamo*

utilizzato per vedere come sono fatte le cellule; mettendolo nell'aceto il guscio si corrodeva e rimaneva una pellicola, poi l'abbiamo tirato fuori ed era diventato rimbalzante”.

E' invece generalmente acquisito il fatto che le cellule si riproducono e qualcuno argomenta:“ *Ogni volta che una cellula muore ne nasce un'altra per tenerci in vita*”; “*Le cellule si moltiplicano prendendo il posto di quelle morte*”; “*Esse si moltiplicano e così si può crescere e fare più movimenti*”; “*... le cellule si moltiplicano attraverso la divisione cioè le cellule si dividono creandone altre, oppure due si uniscono creandone un'altra*”.

In quasi tutti i compiti di una classe si trova l'assimilazione errata tra organismi formati da una sola cellula e batteri.

Infine gli alunni scrivono che” *le cellule sono formate da molecole (“certi minuscoli organismi”)* e queste da parti più piccole che sono gli atomi “ ; “*le molecole sono dappertutto persino nelle cose*”; “*le molecole non si vedono al microscopio*”; “*per capire le molecole abbiamo usato un gioco*”, “*Ho imparato che ogni cosa deriva sempre da qualcos'altro come le cellule dalle molecole e le molecole dagli atomi*”.

DIARI DI BORDO

La valutazione dei moduli didattici svolti è stata affidata agli insegnanti chiedendo loro di esprimere un giudizio, durante lo svolgimento di ciascuna sezione dei moduli stessi, sul grado di efficacia didattica riscontrato relativamente a ciascuno dei momenti sperimentali (esperimenti o esperienze) proposti. A questo scopo anche per il terzo anno gli insegnanti hanno compilato un “diario di bordo” organizzato secondo un modello che consente di registrare, per ciascuno dei momenti sperimentali utilizzati, il grado di effettiva realizzazione in classe (sì, parziale, no), il livello di efficacia (scala 1-10) e le eventuali osservazioni.

A titolo esemplificativo si riporta di seguito uno dei modelli di rilevazione utilizzato per la sezione *Cellule e tessuti* del Modulo 9 (Viaggiando nel mondo che non si vede).

Esperimenti o esperienze	realizzazione			efficacia (1-10)	osservazioni
	sì	parz	no		
Osservazione di oggetti e di parti della propria superficie corporea con una lente di ingrandimento (la lente ingrandisce le immagini e consente di osservare bene piccoli dettagli).					
Tentativo di osservare, con la lente di ingrandimento, i singoli globuli rossi in uno striscio di sangue (i singoli globuli rossi non si vedono. Con la lente non è possibile osservare oggetti o dettagli troppo piccoli).					
Presentazione agli alunni del microscopio e dello stereomicroscopio; illustrazione delle loro funzioni (enorme ingrandimento delle immagini e conseguente possibilità di osservare oggetti e dettagli non visibili a occhio nudo).					
Osservazione al microscopio di uno striscio di sangue (ora è possibile individuare i singoli globuli rossi).					
OSSERVAZIONI GENERALI SU QUESTA SEZIONE					

ALLEGATO

Sintesi dei verbali registrati nelle classi durante l'elaborazione delle mappe concettuali su Organismo e Ambiente

1) perché secondo voi abbiamo disegnato questi cerchi? prima ci occuperemo del cerchio AMBIENTE e poi di quello ORGANISMO (termine che in questa occasione viene usato come sinonimo di corpo umano). Agli scolari viene richiesto di trovare un criterio per posizionare sui cerchi le parole scritte sui post-it.

In **IV A** i cerchi sono considerati come un sistema solare, al centro del cerchio AMBIENTE viene messo il SOLE, più periferici PERSONE e PIANTE. Al centro dell'AMBIENTE andrà anche ARIA, mentre ANIMALI e COSE andranno insieme alle persone. Per Cristian il sole non può stare al centro dovrebbe stare "laterale perché il sole tramonta". Si passa al cerchio di ORGANISMO e si ripete la procedura e precisiamo che per organismo qui intendiamo organismo umano. E i BATTERI? Bryan - al centro del cerchio ORGANISMO. Cristian - Sì, perché i batteri sono sempre in mezzo. Silvia- Stanno anche nell'ambiente? Gli scolari rispondono di no. E l'ACQUA? Airon: Sta nell'ORGANISMO e AMBIENTE, nell'ultimo cerchio vicino alle PIANTE. Dove mettiamo gli ATOMI (parola aggiunta)? Sia nell'AMBIENTE, ultimo cerchio, che nell'ORGANISMO. Cosa sono gli atomi? Ivan: Organismi che formano le cose. Nella rappresentazione di ORGANISMO: al centro vengono messi BATTERI e VIRUS. Nel cerchio esterno ci sono cuore, cervello, polmoni, vene, sangue. Dove mettiamo la CELLULA? Nell' ORGANISMO nel cerchio più esterno.

In **IV B** anche in questa classe c'è discussione sulla scelta del criterio dello schema, come sempre si inizia dall'AMBIENTE. Giulia: vanno messi nel cerchio piccolo al centro le cose che si collegano di più. Valerio: nel centro vanno messe le cose più piccole. Michele: nel cerchio più grande, quello più esterno per ordine di importanza. Non c'è una decisione.

SOLE nel centro. Non c'è accordo su PERSONE, messe poi nell'intermedio anche con ANIMALI. PIANTE al centro, perché ci permettono di vivere e l'ossigeno. Al centro andranno anche ACQUA e poi ARIA. Le COSE vanno nell'ultimo. Sui VIRUS non c'è accordo. LIBERTA': non si sa dove posizionare il post-it. Valerio: Uno non può essere libero di buttarsi dentro il vulcano. Francesca dice che non tutti sono liberi, c'è anche la schiavitù.

Nello schema dell'ORGANISMO vengono messi al centro SANGUE, CUORE, CERVELLO, OSSA, SCHELETRO, "gli organi essenziali" *Ins.:* Quale è un organo non essenziale? Francesca: Le tonsille, i muscoli. Altri scolari: ma senza i muscoli non ti muovi. Francesca: Comunque vivi. Ilaria:

Sì, ma vivi male. Francesca: La CELLULA al centro perché è essenziale. Ilaria: I SENSI, la PELLE. Dove? Al centro oppure nel cerchio di mezzo.

In **IV C** vengono proposte due possibilità di usare lo schema ambiente-organismo che saranno discusse, ma si sceglie la prima: La Terra è tonda, ci sono esseri viventi, uomini, animali. Il centro dell'AMBIENTE è la terra, gli altri cerchi, il cielo e l'universo. L'AMBIENTE va diviso per ambienti acquatici, terrestri, cielo, nell'ultimo cerchio c'è il mare. Giorgio poi proporrà anche un altro criterio, ma forse riguarda lo schema di Organismo: Le cose importanti vanno al centro così sono protette.

Verranno collocati: SOLE nel cerchio più esterno, dove verrà messa anche ARIA. PERSONE e PIANTE al centro. COSE vicino a Persone. ACQUA nel cerchio intermedio. BATTERI? Tra PIANTE e PERSONE. ANIMALI? al centro. No, nell'intermedio tra terra e acqua. Ma gli animali sono anche nel cielo, si accorgono che il criterio scelto non funziona!. Viene proposto un altro criterio all'interno, ci sono le cose che sono sulla terra, attorno le cose che sono presenti nel mare e nel cerchio più esterno le cose presenti nel cielo. Nello schema dell'ambiente leggiamo libertà, emozioni ... ma perché? – l'ambiente viene vissuto in modo diverso se un bambino vive in un certo ambiente in cui c'è la guerra o la pace

Anche per l'ORGANISMO viene utilizzato un criterio gerarchico nel cerchio centrale ci sono gli organi più importanti: CERVELLO e CUORE al centro. MUSCOLI, INTESTINO, VENE, ARTERIE, SANGUE, OSSA, 5 SENSI via via nei cerchi più periferici. CELLULE con DNA CELLULE con SANGUE perché nel sangue ci sono le cellule. A questo punto il criterio usato (gerarchia degli organi) sembra non funzionare più: io metterei il DNA sopra perché ti dà tutte le informazioni utili, forse spostare le parole CELLULE e DNA sopra a tutte le altre parole. E perché? le cellule vanno sopra perché si trovano in tutte le paroline che abbiamo scritto. io sposterei cellule e DNA al centro perché tutti gli organi sono formati da cellule che all'interno hanno il DNA. Secondo Chiara bisognava usare un altro criterio per sistemare le parole nello schema, dovevamo tenere presente la disposizione degli organi nel nostro corpo. Si sviluppa una vivace discussione.

In **IV D** per la rappresentazione dell'AMBIENTE viene ricordato lo schema che avevano disegnato a cerchi concentrici quando avevano considerato i vari ambienti dove vivono: “bagno, scuola, città”. Analogamente: “da una cellula, tessuto, organo, apparato”. Per il SOLE si sospende la decisione perché nel cerchio più esterno “è grande e può contenere altre cose” o nel secondo “perché nel più esterno c'è la galassia” “allora al centro!”.

PERSONE: “sole all’esterno e persone nel centro” ”sul confine tra cerchio piccolo e medio”. Quindi varia in continuazione il criterio tra quello astronomico, quello di vicinanza spaziale e la prospettiva antropocentrica. I BATTERI vanno nello schema di ORGANISMO. ACQUA e COSE nell’intermedio, ANIMALI e VIRUS al centro, ARIA: intermedio o esterno. Si decide sul SOLE: cerchio più esterno con ARIA (“che contiene il sole”). Si aggiunge TERRA al confine tra cerchio esterno e intermedio. Per quanto riguarda l’ORGANISMO la CELLULA viene messa nel cerchio intermedio, DNA al centro (quindi con un criterio dal micro al macro). *Ins.* - e i globuli rossi cosa sono? Sono cellule. Pietro - gli ATOMI sono nel centro. Nicoletta - i TESSUTI vanno nel cerchio intermedio o quello esterno. Giacomo: nell’esterno metterei gli ORGANI. Dalia: e gli APPARATI scheletrico e digerente.

2) Possiamo trovare altre parole da scrivere sui post-it da aggiungere al cartellone?

In **IV A** sono stati aggiunti: ossigeno, cibi, odori, città, emozioni, scuola, città, regione, penisola italiana, Europa, Universo, atomi e cellula.

In **IV B** vita, rispetto, città, energia, cellula, sangue, cuore, cervello, molecole, atomi.

In **IV C** pianeti, nuvole, cibo, polvere, vento, tempo, colori, città, clima, universo, ossigeno, sangue, cuore, ossa, cellula, DNA, muscoli, vene, arterie

In **IV D** terra, città, odori, paesaggi, rumori (nel cerchio intermedio), emozioni (al centro, “perché le PERSONE contengono le emozioni”), amicizia, cibo (intermedio), cellula, tessuti, organi, apparati

3) Possiamo trovare dei collegamenti, delle relazioni tra queste parole? Ci sono interazioni, scambi? Possiamo trovare dei collegamenti tra le “cose” dell’organismo e quelle dell’ambiente?

Tracciamo con pennarelli di colore diverso linee in rosso per collegare “cose” tra Organismo e Ambiente e linee in nero per delineare i collegamenti all’interno di ciascuno insieme.

In **IV A** vengono tracciati collegamenti tra ORGANISMO –ARIA; LIBERTA’-ANIMALI e PERSONE ecc. Vedete che si sta formando qualcosa con tutti questi collegamenti. Bryan: una catena [...] una rete. E le EMOZIONI dove le mettiamo? Scolari - da entrambe le parti, nell’ORGANISMO ci sono cuore e cervello e nell’AMBIENTE si uniscono alle persone e agli animali. – le linee ci servono a stabilire delle relazioni tra le parole chiave.

In **IV B** collegamenti tra PERSONE – CITTA', PERSONE – ACQUA e ARIA, ENERGIA va su tutto, ANIMALI – VIRUS (“ce l’hanno ma non ne hanno bisogno”). SENSI – CERVELLO, CERVELLO – PELLE, MUSCOLI, SCHELETRO. ANIMALI – CELLULE, ACQUA – SANGUE, CELLULA – DNA – MOLECOLE – ATOMI. Silvia: Tutto è collegato con l’energia, come? Gli scolari: Nella cellula c’è l’ATP

In **IV C** nell’AMBIENTE vengono collegati PIANTE-ANIMALI (perché alcuni animali sono erbivori), ACQUA-PERSONE e ANIMALI, STELLE-PIANETI con TEMPO e SOLE. Nell’ORGANISMO vengono tracciati collegamenti tra CELLULE-SANGUE, VENE-ARTERIE, CERVELLO con vari organi(con tutto!). Continuando il discorso si arriva a collegare gli organi in apparati (es. del digerente perché più facile ricostruirlo dal ricordo delle esperienze) e a proporre agli scolari la possibilità di organizzare lo schema con criterio gerarchico di organizzazione: molecole, cellule, tessuti, organi, apparati. Silvia: e dove mettiamo la parola LIBERTA'? Scolari: Da per tutto. Alcuni scolari: Vicino alle PERSONE. Altri: C’è e non c’è, dipende dalle parti del mondo. Ci saranno vari interventi su TEMPO anche per chiarirsi la distinzione di significato con clima e per riflettere sulla natura del tempo. Perché abbiamo inserito la parola TEMPO tra i due cerchi? – perché noi cambiamo nel tempo e anche l’ambiente. Noi cambiamo attraverso l’esperienza... Anche le idee cambiano col tempo. Il tempo è dunque dappertutto.

In **IV D** SOLE – TERRA, PERSONE sono collegati con RUMORI, SUONI e con COSE; ANIMALI – ODORI. Viola: Vanno collegati SOLE, PERSONE, PIANTE e ANIMALI e ACQUA. Silvia disegna dei collegamenti tra parti dell’organismo, cellula e apparato e chiede “l’APPARATO NERVOSO è collegato con? Scolari: Con tutti. l’APPARATO CIRCOLATORIO è collegato con l’APPARATO DIGERENTE. E’ tutto collegato tra loro nell’organismo. Silvia: I GLOBULI ROSSI sono collegati all’AMBIENTE? Scolari: Sì, alle PERSONE, agli ANIMALI, all’ARIA e all’ACQUA. I GLOBULI ROSSI all’OSSIGENO. Scolari: la CELLULA è collegata a PERSONE e ANIMALI ... ma anche alle PIANTE. L’APPARATO alle PERSONE e le PERSONE sono ORGANISMI umani. Silvia: L’AMBIENTE è collegato all’ORGANISMO, c’è una relazione tra AMBIENTE e ORGANISMO? Scolari: Anche l’organismo è un ambiente. Emanuele: PERSONE, PIANTE e ANIMALI stanno insieme. Silvia li collega e chiede “che sta venendo fuori?” Scolari: la RETE, anche AMICIZIA va con EMOZIONI, con PERSONE, con ANIMALI. Veronica: ANIMALI con BATTERI e VIRUS. Scolari: LIBERTA' con PERSONE (prima era stato collocata

nell'AMBIENTE: "Fa parte dell'AMBIENTE, nel cerchio intermedio dove c'è la TERRA"). Nicoletta: Tutte le cose hanno un collegamento. Ilaria: L'ORGANISMO è legato all'AMBIENTE. Tra i due insiemi ci sono molte cose che si possono unire e spostare. L'AMBIENTE contiene tante cose, anche l'ORGANISMO.

4) Ora vi proponiamo un'altra parola: SALUTE. Dove la mettiamo? A cosa la colleghiamo? Quali altre parole potremmo collegare a questa?

IV A Scolari: SALUTE si collega all'AMBIENTE, PERSONE, ANIMALI, CITTA' ma anche all'ORGANISMO.

IV B E la parola SALUTE? Francesca: C'è la SALUTE dell'organismo e la SALUTE dell'AMBIENTE, bisognerebbe avere la SALUTE sia nell'ORGANISMO che nell'AMBIENTE.

IV C la parola SALUTE viene collocata in mezzo ai due cerchi (AMBIENTE e ORGANISMO). L'AMBIENTE è importante per la nostra SALUTE. La SALUTE è collegata a entrambi, non stiamo bene in un ambiente sporco. Ma cosa è l'AMBIENTE per voi? le PERSONE, l'AMICIZIA

IV D Silvia: E se adesso vi dico la parola SALUTE? Cosa vi viene in mente? La SALUTE dell'AMBIENTE è collegata alla SALUTE dell'ORGANISMO? Carlotta: La SALUTE ha relazione con l'AMBIENTE e l'ORGANISMO. Pietro: L'ORGANISMO dipende dall'AMBIENTE e viceversa. La parola SALUTE viene collegata graficamente con le PERSONE, con gli ORGANISMI che combattono i VIRUS, con i GLOBULI BIANCHI, con il CIBO. Andrea: Sulla SALUTE influisce l'AMBIENTE.