

INTRODUZIONE ELEMENTARE ALL'ENERGIA: UN LABORATORIO DI SCIENZE PER INSEGNANTI DI SCUOLA PRIMARIA

T. Altiero

Dipartimento di Biologia Animale, Univ. di Modena e Reggio Emilia, Modena - Italia

C. A. Bortolotti

Dipartimento di Chimica, Univ. di Modena e Reggio Emilia, Modena - Italia

F. Corni

Dipartimento di Fisica, Univ. di Modena e Reggio Emilia, Modena - Italia

E. Giliberti

Dipartimento di Scienze Sociali Cognitive e Quantitative, Univ. di Modena e Reggio Emilia, Reggio Emilia - Italia

R. Greco, M. Marchetti

Dipartimento di Scienze della Terra, Univ. di Modena e Reggio Emilia, Modena - Italia

C. Mariani

Istituto Comprensivo di Tione (TN)

Abstract

In questo articolo viene presentata una esperienza didattica realizzata all'interno del Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria, dell'Università di Modena e Reggio Emilia, per l'insegnamento delle Scienze. La novità della proposta consiste nel superamento di un approccio di tipo disciplinare e nel favorire l'apprendimento di un insieme di concetti elementari e trasversali alle discipline stesse, per facilitare l'interpretazione dei fenomeni quotidiani e dei processi naturali. È stato scelto il tema dell'energia per il suo carattere di trasversalità e come contesto paradigmatico in cui costruire un linguaggio e un approccio comune.

L'attività è stata realizzata nella proposta di un Laboratorio di 16 ore a cui hanno i docenti di Fisica, Chimica, Biologia e Scienze della Terra e un docente di ambito pedagogico. Verranno descritte nel dettaglio le attività proposte agli studenti. Inoltre per ciascuna attività verranno riportati il modello interpretativo costruito dagli studenti e quello esito della discussione condivisa con i docenti.

Introduzione

L'insegnamento delle Scienze nella Scuola Primaria deve fornire agli alunni le basi per un approccio scientifico ai fenomeni per favorire la costituzione di un insieme di concetti elementari comuni e trasversali alle scienze, propedeutici allo studio successivo delle discipline. In ciò gioca un ruolo fondamentale la formazione iniziale degli insegnanti che, anche in considera-

zione delle linee che si evincono dalle bozze della imminente riforma del Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria, devono poter usufruire di validi supporti disciplinari, senza però dimenticare la profonda interconnessione delle discipline scientifiche nell'interpretazione dei fenomeni quotidiani e dei processi naturali.

Sulla base di tali considerazioni nell'anno accademico 2008-2009 è stato proposto nel Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria un laboratorio di 16 ore sul tema dell'energia a cui hanno collaborato quattro docenti di diverse discipline scientifiche (Fisica, Chimica, Biologia e Scienze della Terra) e un docente di ambito pedagogico.

Il tema dell'energia è stato scelto per il suo carattere di trasversalità alle discipline e come contesto paradigmatico in cui costruire un linguaggio e un approccio comune. Il modello energetico adottato si ispira a quello del Karlsruher Physikkurs¹ in cui l'energia è definita a partire dalle sue proprietà di conservazione e introdotta come ente regolatore dei processi naturali. In questo senso viene superata l'idea di "trasformazione dell'energia", introducendo il concetto di "trasferimento di energia" fra portatori, e di esistenza di diverse "forme di energia" pensando piuttosto l'energia come entità sempre associata a un portatore.

L'utilizzo di questo linguaggio, innovativo e in parte in contrasto con quanto comunemente utilizzato sia nell'uso comune che in ambito accademico, ha creato alcune difficoltà iniziali agli stessi docenti che hanno dovuto costruire un lessico a partire dalle parole chiave principali di portatore e trasferitore.

Il laboratorio è stato aperto con una introduzione da parte del docente di fisica sul modello di portatore e di trasferitore dell'energia e si è poi sviluppato con diverse attività di interpretazione da parte degli studenti di situazioni sperimentali riconducibili alle quattro discipline coinvolte. Le attività sperimentali e di interpretazione sono state svolte direttamente dagli studenti, guidati da schede progettate dai singoli docenti e omogenee fra le discipline. Prima e dopo l'intervento gli studenti hanno compilato, in modo anonimo, un test di ingresso e un test di uscita.

Gli incontri hanno coinvolto 14 studenti. Per partecipare al laboratorio era richiesto di essere iscritti almeno al 3° anno ed aver frequentato i corsi di Fisica, Geografia e Biologia. Gli incontri sono stati quattro di quattro ore ciascuno. Nell'ordine Fisica, Chimica, Biologia e Scienze della Terra. In ciascuno degli incontri sono stati proposte delle attività ed è stato richiesto di realizzare un modello del fenomeno in oggetto mediante i descrittori proposti dal modello energetico adottato.

I descrittori

- 1) *Portatore*, come "sostanza" che si può caricare di energia (es.: acqua che può essere fredda o calda, aria che può essere ambiente o compressa, elettricità che può essere a potenziale di terra o ad alto potenziale ecc.)
- 2) *Potenziale*, in senso generale, come stato di un portatore di essere carico di energia
- 3) *Trasferitore*, come sistema in grado di trasferire l'energia da un portatore (che perde di potenziale) a un altro (che innalza il suo potenziale) (es.: caldaia, compressore, dinamo ecc.)

¹ F. Herrmann, *Der Karlsruher Physikkurs*, Aulis, Köln, (1995). <http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/>

4) *Processo che porta alla perdita di potenziale di un portatore* (es.: raffreddamento, dilatazione ecc.)

5) *Processo che porta all'aumento di potenziale di un portatore* (es.: riscaldamento, compressione, ecc.)

Struttura dell'intervento

Gli incontri hanno seguito uno schema omogeneo per ciascuna delle 4 discipline. Dopo la consegna iniziale di una scheda (denominata Scheda 1) sulla quale venivano riportate indicazioni sommarie riguardanti l'esperimento, agli studenti è stato chiesto di compilare una seconda scheda, nella quale veniva chiesto di formulare ipotesi ed effettuare previsioni sui risultati prima di eseguire l'esperimento. Alla compilazione di queste due schede è seguita la fase sperimentale vera e propria, accompagnata dalla consegna della scheda 3 che ne favoriva il monitoraggio e l'esecuzione. Nella successiva fase (scheda 4), agli studenti è stato chiesto di rispondere a domande che stimolavano la loro capacità di effettuare ulteriori previsioni sulla base dei risultati ottenuti, e di utilizzare i concetti appresi per interpretare esperienze quotidiane apparentemente scollegate dall'esperienza laboratoriale appena vissuta. Infine con l'ausilio della scheda numero 5, nella quinta fase, gli studenti hanno realizzato i diagrammi di energia utilizzando le parole chiave precedentemente introdotte rappresentate mediante delle "carte" (Fig. 1). Riassumiamo in Tabella I i contenuti delle schede fornite agli studenti.

Tabella 1. *Contenuti delle Schede*

<i>Scheda</i>	<i>Argomento</i>
1	Bozza dell'esperimento
2	Richiesta di ipotesi e previsioni
3	Esecuzione dell'esperimento e confronto fra risultati e previsione
4	Riferimento ad altri contesti
5	Costruzione diagrammi di energia

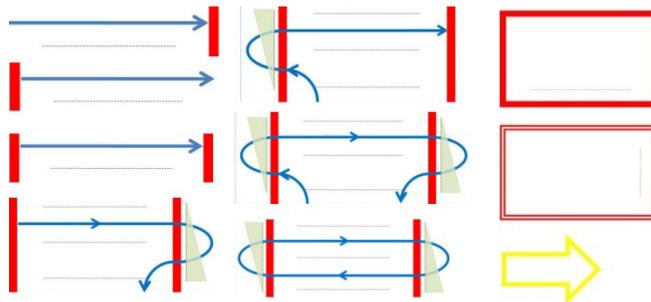


Figura 1. I simboli di portatore (linee azzurre) e di trasferitore (rettangoli rossi) riportati sulle "carte". La freccia gialla indica la direzione del flusso di energia.

Contenuti

Fisica

Il primo incontro, quello col docente di Fisica, è stato aperto con una introduzione sul modello dei portatori e dei trasferitori di energia e si è poi sviluppato con diverse attività di interpretazione di situazioni sperimentali (giocattoli) da parte degli studenti. Di seguito sono riportate le situazioni proposte con lo schema realizzato dalle studentesse con le “carte” (foto) e quello proposto dal docente (disegno).

Barchetta pot pot

Materiali: barchetta giocattolo “pot pot”, contagocce, portacandela, candela, vasca.

Indicazioni. Osservare la barchetta in tutte le sue parti. Riempire una vasca con qualche centimetro d’acqua. Con l’aiuto del contagocce riempire d’acqua il serbatoio inserendola da uno dei tubicini posteriori della barchetta. Posizionare la candela nel portacandela, accenderla e inserirla a bordo della barchetta in modo che scaldi il serbatoio. Appoggiare la barchetta sulla superficie dell’acqua della vaschetta. Vedi Figura 2.

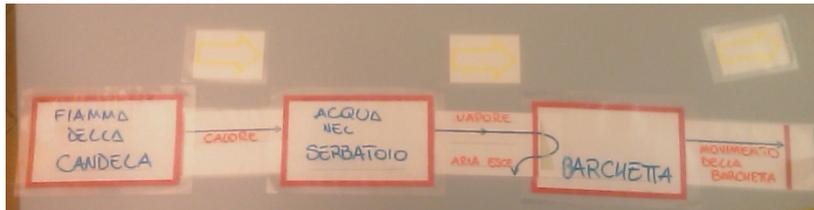


Figura 2a modello della barchetta realizzato dagli studenti

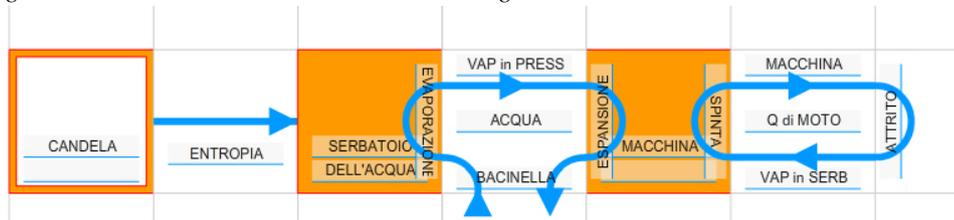


Figura 2b modello condiviso della barchetta

Macchinina con pannello fotovoltaico

Materiali: macchinina giocattolo con pannello fotovoltaico.

Indicazioni: Osservare la macchinina in tutte le sue parti. Appoggiare la macchinina su una superficie piana e illuminare il pannello fotovoltaico. Vedi Figura 3.



Figura 3a modello della macchina con pannello fotovoltaico realizzato dagli studenti

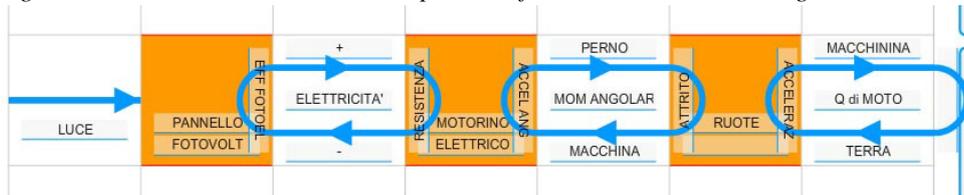


Figura 3b modello condiviso della macchina con pannello fotovoltaico

Macchinina col palloncino

Materiali: macchinina giocattolo con palloncino.

Indicazioni. Osservare la macchinina in tutte le sue parti. Gonfiare il palloncino soffiando attraverso il foro sul retro della macchinina e tapparla con un dito. Appoggiare la macchinina su una superficie piana e lasciare uscire l'aria. Vedi Figura 4.



Figura 4a modello della macchinina col palloncino realizzato dagli studenti



Figura 4b modello della macchinina col palloncino condiviso della barchetta

Missile con stantuffo

Materiali: missile con stantuffo giocattolo.

Indicazioni. Costruire il missile e osservarlo in tutte le sue parti. Agire con decisione sullo stantuffo. Vedi Figura 5.



Figura 5a modello del missile con stantuffo realizzato dagli studenti



Figura 5b modello condiviso del missile con lo stantuffo

Mulino ad elica

Materiali: mulino ad elica giocattolo.

Indicazioni. Costruire il mulino ad elica e osservarlo in tutte le sue parti. Soffiare sull'elica per metterla in movimento. Vedi Figura 6.



Figura 6a modello del mulino ad elica realizzato dagli studenti

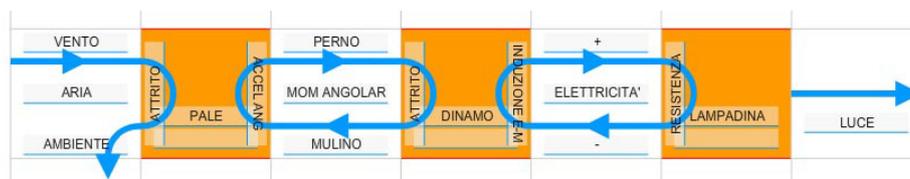


Figura 6b Modello condiviso del mulino ad elica

Chimica

La pila al limone: un orologio digitale alimentato dalla frutta

Materiali: 1 o 2 limoni, cavi di collegamento elettrico con estremità “ a coccodrillo”; un orologio digitale a basso consumo; monete di rame (quelle da 1,2,5 centesimi); graffette zincate; fogli di alluminio da cucina.

Procedura. Schiacciare il limone facendolo rotolare su un tavolo. Inserire due oggetti metallici all'interno del limone, vicini ma evitando che si tocchino fra loro. Collegare tramite i cavi a coccodrillo le due estremità metalliche inserite nel limone (che fungono da elettrodi) con l'orologio digitale. Osservare il display dell'orologio digitale e dire cosa si osserva. Provare a ripetere l'esperienza sostituendo alla graffetta metallica un foglio di alluminio arrotolato ed inserito a sua volta all'interno del limone. Osservare nuovamente il display dell'orologio. Provare a collegare tra loro due limoni, inserendo dentro a ciascuno di essi due oggetti metallici e collegando fra loro i limoni. Osservare nuovamente il display e confrontare con quanto osservato quando un solo limone era collegato all'orologio. Eventualmente, ripetere l'esperienza utilizzando un frutto differente o una patata al posto del limone. L'orologio funziona ugualmente? Vedi Figura 7.

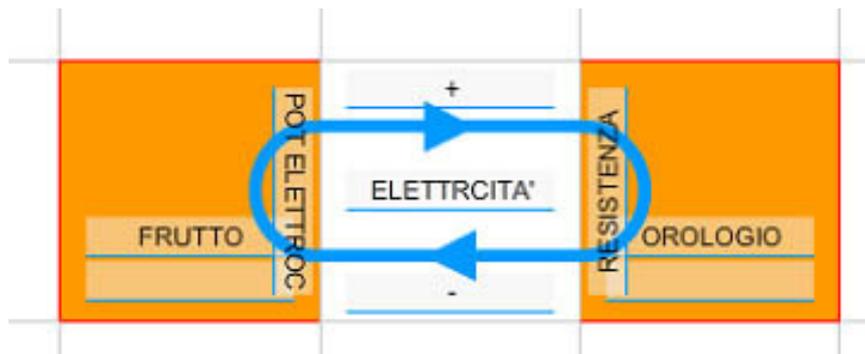


Figura 7 modello condiviso della pila al limone

Perchè la frutta sbucciata annerisce?

Materiali: 1 mela; 1 coltello; 1 limone; 1 bicchiere di plastica; alcuni piattini di plastica un bollitore; un rotolo di pellicola trasparente da cucina; 1 pennarello

Procedura
Prima di cominciare, fate bollire un pò d'acqua nel bollitore. Tagliate 4 fette sottili di mela e ponetele in 4 piatti di plastica numerati da 1 a 4. Nel piatto 1 non aggiungete niente; nel piatto 2 versate del succo di limone sulla fetta di mela; nel piatto 3, versate un pò di acqua bollente sulla fetta di mela. Avvolgete la fetta di mela nel piatto 4 con la pellicola trasparente. Aspettate circa una ventina di minuti e osservate le 4 fette di mela. Annotate similitudini e differenze. Vedi Figura 8.

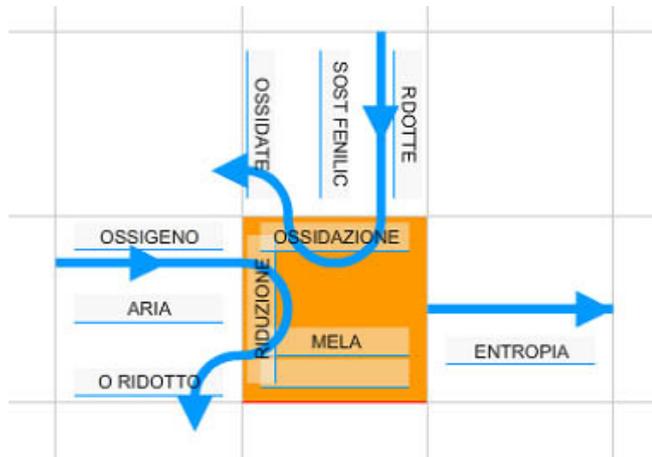


Figura 8 modello condiviso della ossidazione della frutta

Denaturazione delle proteine dell'uovo

Materiali: 1 uovo; 1 bicchiere di plastica; alcool etilico; acqua; 1 imbuto; carta da filtro; forbici
 Procedura. Rompere il guscio dell'uovo e trasferirlo in un bicchiere. Iniziare ad aggiungere alcool in piccole quantità, mescolando costantemente, fino alla completa coagulazione dell'uovo. Raccogliere l'uovo coagulato con un filtro. Risciacquare con acqua e strizzare per eliminare l'acqua in eccesso. Vedi Figura 9

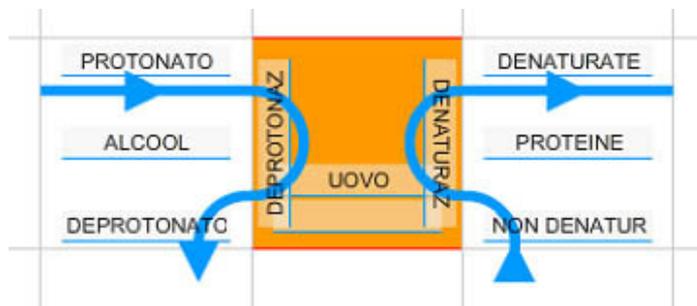


Figura 9 modello condiviso della denaturazione delle proteine dell'uovo

Denaturazione delle proteine del latte

Materiali: latte; bicchieri di plastica; limone; aceto di vino; 1 imbuto; carta da filtro; forbici
 Procedura. Versare un pò di latte in un bicchiere. Aggiungere un pò alla volta succo di limone, continuando a mescolare per qualche minuto. Osservare cosa succede all'aggiunta del limone e cosa succede durante il mescolamento. Lasciatelo riposare per circa 5 minuti. Osservare cosa è successo. Con l'aiuto della carta da filtro e dell'imbuto, separate il coagulo, risciacqua telo con

acqua e lascia telo asciugare per almeno 5 minuti Ripetete l'esperienza utilizzando l'aceto di vino al posto del succo di limone. Osservate eventuali differenze e similitudini. Vedi Figura 10.

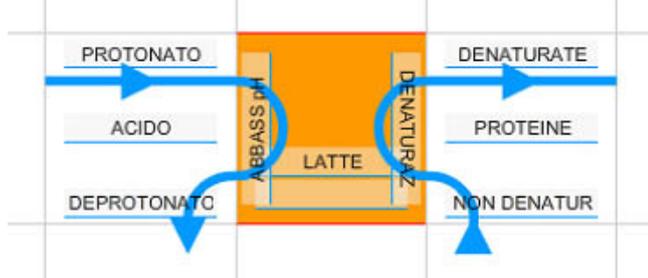


Figura 10 modello condiviso della denaturazione delle proteine del latte

Formazione della gelatina

Materiali: arancia;kiwi; acqua; tre capsule di petri (o piattini di plastica in alternativa); coltello; cucchiaino; fornello elettrico o bollitore; busta di tavolette di colla di pesce; pentolino.

Procedura. Prendere 2 o 3 fogli di colla di pesce (o gelatina a base proteica) e immergerli in acqua fredda. Lasciare immerso per alcuni minuti finchè i fogli non si ammorbidiscono. Dopo circa 10 minuti, strizzare i fogli di colla di pesce e porli in un pentolino Scaldare la colla di pesce fino a completo scioglimento Nel frattempo, preparare tre contenitori (capsule di petri o piattini o bicchieri di plastica) numerandoli da 1 a 3. Non aggiungere niente al contenitore 1, aggiungere una fetta di arancia nel contenitore 2 e una fetta di kiwi nel contenitore 3. Quando la colla di pesce si è completamente sciolta, versarne uguali quantità nei 3 contenitori. Lasciar raffreddare ed osservare similitudini e differenze nella formazione della gelatina. Quando la gelatina si sarà formata, provare a risciolgerla nuovamente sul fornello elettrico. Cosa osservate? Vedi Figura 11.

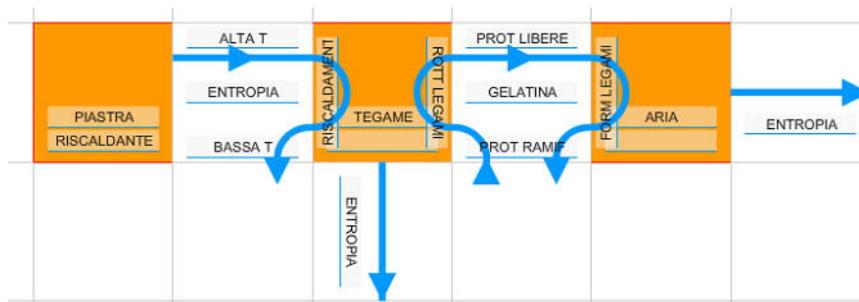


Figura 11 modello condiviso della formazione della gelatina

Riscaldamento portatile

Materiali: sacchetto a forma di cuore contenente sodio acetato; fornello elettrico o bollitore; pinze o mestolo; un pentolino; acqua.

Procedura. Verificare la consistenza del “cuore” contenente sodio acetato a temperatura ambiente. Attivare l’interruttore all’interno. A quali cambiamenti potete assistere? Nel frattempo, riscaldare un po’ d’acqua in un pentolino. Ponete all’interno del pentolino il “cuore” contenente il sodio acetato. Lasciate immerso per alcuni minuti. Togliete l’oggetto dal pentolino e lasciatelo raffreddare a temperatura ambiente. Come è cambiata la sua consistenza? Vedi Figura 12.

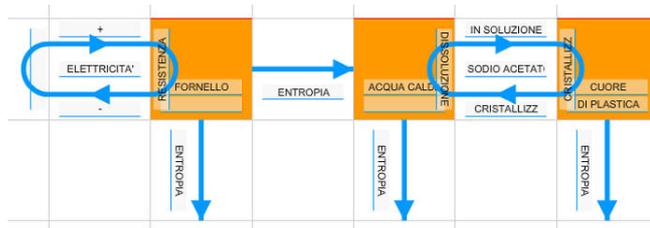


Figura 12 modello condiviso del riscaldamento portatile

Biologia

Fotosintesi clorofilliana e respirazione cellulare

Materiali: Pianta acquatica; Acquario; Lampada; carta stagnola; parafilm; becker; pinzette; pipette Pasteur; bacchette di vetro; alcool; liquido di Lugol; piastra riscaldante; sensori di O₂ e CO₂; interfaccia; computer.

Procedura 1 Assicurarsi che siano stati effettuati tutti i collegamenti tra gli strumenti necessari: interfaccia alla presa di corrente, quindi al computer e sensori di ossigeno e di anidride carbonica collegati all’interfaccia. Inserire quindi i sensori (di O₂ e CO₂) nelle apposite aperture presenti sul coperchio dell’acquario avvolto con carta stagnola e contenente la pianta acquatica. Avviare la lettura delle quantità dei due gas. Eventualmente ripetere la lettura una seconda volta.

Procedura 2. Inserire i sensori (di O₂ e CO₂) nelle apposite aperture presenti sul coperchio dell’acquario non avvolto con carta stagnola, illuminarlo con la lampada e attendere circa 5 minuti. Osservare attentamente la pianta presente nell’acquario e quanto accade. Ora avviare la lettura delle quantità dei due gas. Eventualmente ripetere la lettura una seconda volta.

Procedura 3. Staccare una foglia dalla pianta al buio e una foglia dalla pianta illuminata. Mettere le foglie in due becker distinti contenenti acqua, far bollire per alcuni minuti. Prelevare le foglie e immergerle nel becker contenente alcool e lasciare agire finché le foglie non si sono decolorate sufficientemente. Aggiungere ora alcune gocce di liquido di Lugol (contiene Iodio) sulle foglie. Osservare attentamente l’aspetto delle due foglie. Vedi Figura 13.



Figura 13a modello della fotosintesi realizzato dagli studenti

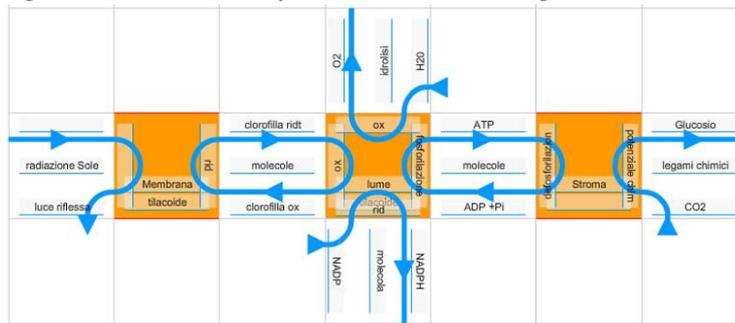


Figura 13b modello condiviso della fotosintesi

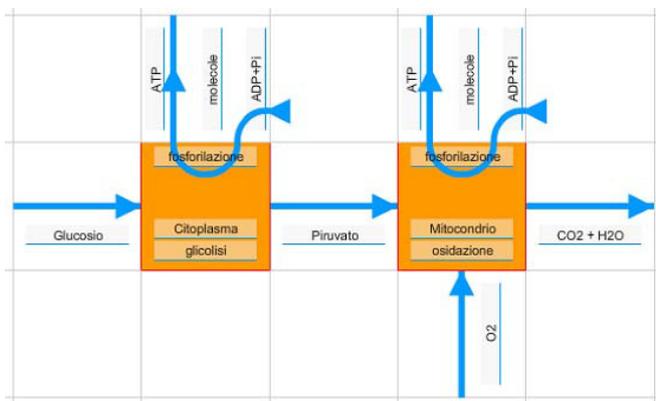


Figura 13c modello condiviso della respirazione cellulare

Esperimento di Biologia – Fermentazione

Materiali: lievito di birra; zucchero; bottiglie di plastica; provette di vetro; becker; cilindro graduato; parafilm; termometro; piastra riscaldante; sensori di O₂, CO₂ e temperatura; interfaccia; computer

Procedura. Assicurarsi che siano stati effettuati tutti i collegamenti tra gli strumenti necessari: interfaccia alla presa di corrente, quindi al computer e sensori di ossigeno e di anidride carbonica collegati all'interfaccia. Pesare ca. 3 g di lievito di birra, scioglierlo in 50 ml di una soluzione di zucchero al 10% (5 g in acqua tiepida; T = 25-30°C). Agitare per sciogliere bene i so-

luti. Inserire quindi in sequenza i vari sensori (di CO₂, di O₂) nel collo della bottiglia e sigillare con un pò di parafilm. Avviare la lettura delle quantità dei due gas.

Osservare le eventuali variazioni nel tempo dei parametri misurati. Osservare le eventuali variazioni nel tempo dei parametri misurati dopo aver modificato alcune variabili iniziali:

- soluzione zuccherina 1% (0,5g di zucchero in 50 ml);
- volume dimezzato di soluzione zuccherina (25 ml)
- variazione della temperatura, utilizzando gli appositi sensori, di due soluzioni zuccherine 10%: una con lievito e l'altra senza aggiunta di lievito. Vedi Figura 14.



Figura 14a modello della fermentazione realizzato dagli studenti

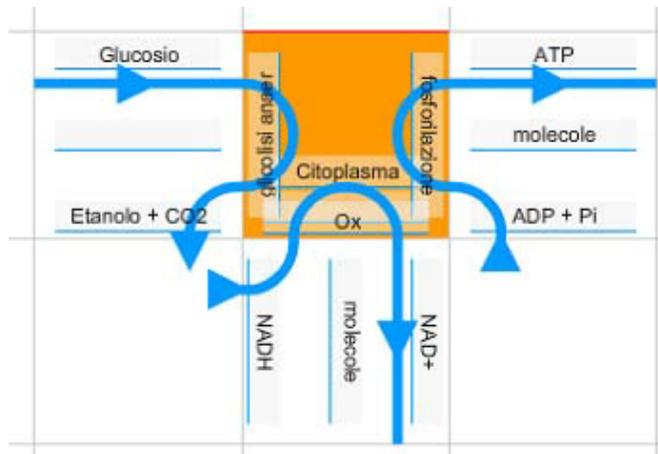


Figura 14b modello condiviso della fermentazione

Scienze della Terra

Modellizzazione cono di detrito

Modellizzazione dell'accumulo di detriti alla base di un versante

Materiali: ghiaia di tre diverse granulometrie, ciascuna di un colore diverso, mescolate insieme in un barattolo; una scatola; un piano inclinato; un imbuto.

Procedura. Si appoggia il piano inclinato all'interno della scatola si versa la ghiaia sul piano inclinato attraverso l'imbuto. Poi potranno eseguirsi tutte le prove e le simulazioni che si riterranno opportune per trovare una spiegazione alla domanda posta. Vedi Figura 15.



Figura 15a modello della formazione del cono di detriti realizzato dagli studenti

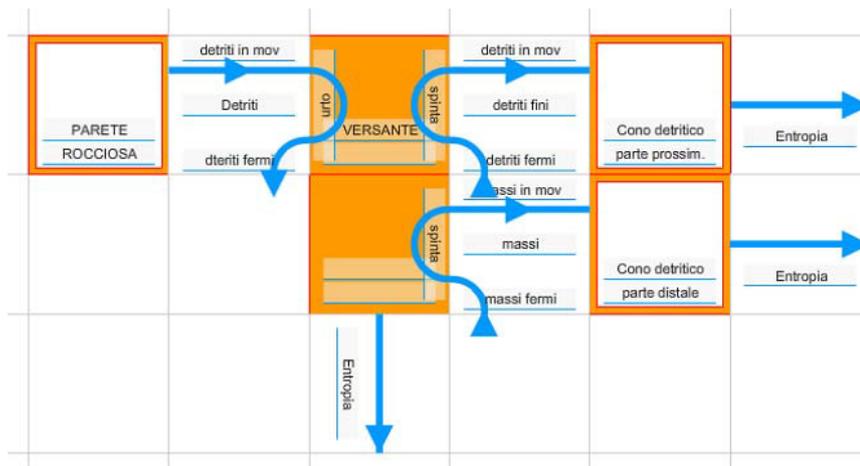


Figura 15b modello condiviso della formazione del cono di detriti

Modellizzazione del trasporto eolico

Materiali: ghiaia di tre diverse granulometrie, ciascuna di un colore diverso, mescolate insieme in una scatola; una grondaia di lamiera; carta da incollare sul fondo della grondaia per aumentare l'attrito dei granuli; phon

Procedura. Si appoggia la ghiaia mescolata nei primi 30 cm della grondaia. Si copre gran parte della grondaia, tranne due brevi tratti agli estremi con un coperchio trasparente (plexiglass, cellophane ...). Con un phon si soffia aria dal lato dove è stata deposta la ghiaia verso l'estremo opposto della grondaia. I granuli spinti dall'aria iniziano a muoversi nella direzione dell'aria per trascinamento o saltazione. Poi si potranno fare tutte le prove e le simulazioni che si riterranno più opportune per trovare una spiegazione alle domande poste. Vedi Figura 16.



Figura 16a modello del trasporto eolico realizzato dagli studenti

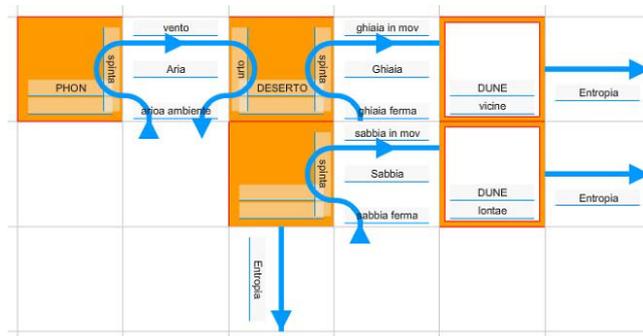


Figura 16b modello condiviso del trasporto eolico