

**EDITORIALE**

Editoriale: p. 3

**L'IBSE NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE**

BORTOLON P., *La formazione docente come elemento chiave della professionalità*: p. 5  
 FONTECHIARI M., *Che cosa è l'IBSE*: p. 10  
 GESUALDI M.F., MUSOLINO R. - POLO SID BASILICATA, *L'IBSE e le Indicazioni Nazionali per il Curricolo*: p. 15  
 ALFANO A., BORTOLON P., FORNI G., *Osservazione reciproca e videoanalisi come strumenti per la formazione docenti*: p. 19  
 PASCUCCI A., *Let's empower teachers to bring biotechnology into their classrooms through the Amgen Biotech Experience!*: p. 29

**L'IBSE DALLA SCUOLA DELL'INFANZIA ALLA PRIMARIA**

BUZZANCA R., *Dall'IBSE alle competenze: riflessioni e considerazioni nella scuola Primaria*: p. 32  
 GESUALDI M.F., MUSOLINO R., RUSSO I. - POLO SID BASILICATA, *L'ape regina e gli oggetti che affondano o galleggiano - L'IBSE per l'inclusione*: p. 35  
 KAMPEZA M., MARINI I., RAVANIS K., SERANI V., *Giochiamo con le calamite. Introduzione al magnetismo nella scuola dell'infanzia*: p. 39

**L'IBSE DALLA PRIMARIA ALLA SECONDARIA DI I°**

LUCHINI S., FORNI G., *Che caldo... Che freddo...*: p. 48  
 GARGIULO L., FORMICA F., *Mettiamoci una pietra sopra: gli ultimi saranno i primi?*: p. 57  
 DELFINO G., MARCONI A., COSTANZO G., DALCIELO C., LEPRE A., *La percezione del colore in un percorso di continuità verticale*: p. 76  
 STEFANI E., SCAIOLI E., *Le tazzine di caffè*: p. 95  
 BARON G., *Facciamo una investigazione: la permeabilità*: p. 106

**L'IBSE DALLA SECONDARIA DI I° ALLA SECONDARIA DI II°**

MUCIACCIA M., PADULA D., SORO S., *Vitamin Power: il salvavita del marinaio*: p. 113  
 MUCIACCIA M., SORO S., AMENDOLA D., *Insegnare la biochimica con IBSE e le ICT: qualche spunto per lavorare con gli enzimi*: p. 123  
 CERUTI G., LA TORRACA R., PAGANI F., *I colori della frutta e della verdura: sintesi del modulo e indicazioni metodologiche*: p. 138

**L'IBSE IN PERCORSI DIDATTICI NELLA SECONDARIA DI II° GRADO**

MARINI I., *Fermenti di vita, biochimica in azione: gli enzimi*: p. 147  
 DI ADILA, RENZI, PASCUCCI ET AL. *AMGEN BIOTECH EXPERIENCE: la sfida italiana nell'insegnamento-apprendimento delle Biotecnologie a scuola attraverso l'Inquiry*: p. 159  
 LA TORRACA R., PAGANI F., *A proposito di osmosi*: p. 171

Autori: p. 178

ISSN 1721-9892 - Autorizzazione n. 4302 del Tribunale di Napoli del 30/06/92  
 Spedizione in Abbonamento Postale (Art. 2 comma 20/c Legge 662/96) - Filiale di Napoli  
 In caso di mancato recapito restituire all'Ufficio C.M.P. di Napoli per la restituzione al mittente, che si impegna per il pagamento delle tasse dovute

Nuova Serie – Finito di stampare nel mese di novembre 2018



**ASSOCIAZIONE NAZIONALE INSEGNANTI  
SCIENZE NATURALI**

**LE SCIENZE NATURALI NELLA SCUOLA**

**Periodico semestrale**  
ANNO XXVI - N. 59 - FASCICOLO II - 2018



**PAOLO  
LOFFREDO**

**ASSOCIAZIONE NAZIONALE INSEGNANTI  
SCIENZE NATURALI**

# **LE SCIENZE NATURALI NELLA SCUOLA**

Periodico semestrale  
ANNO XXVI - N. 59 - FASCICOLO II - 2018



**PAOLO**   
**LOFFREDO**

**ASSOCIAZIONE NAZIONALE INSEGNANTI SCIENZE NATURALI  
LE SCIENZE NATURALI NELLA SCUOLA**

Periodico semestrale

ANNO XXVI - N. 59 - FASCICOLO II – 2018

*Direttore Responsabile:* PIETRO GRECO

e-mail [pietrogreco011@gmail.com](mailto:pietrogreco011@gmail.com)

*Direttore:* LUIGI D'AMICO

e-mail [damicoluigi@fastwebnet.it](mailto:damicoluigi@fastwebnet.it)

*Comitato di redazione*

Anna Lepre, Alessandra Magistrelli, Mariada Muciaccia, Antonino Rindone, Sofia Sica.

Sede: Società dei Naturalisti in Napoli

Viale Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli

*Comitato scientifico*

Bertolini B., Manelli H., Omodeo P., Parotto M.



*Ritocco del logo*

Marina Comandini

**Consiglio Direttivo Nazionale ANISN Triennio 2016-2019**

*Presidente:* Anna Pascucci

*Vicepresidente:* Paola Bortolon

*Segretario:* Rosanna La Torraca

*Tesoriere:* Giulia Forni

*Consiglieri:* Antonino Rindone, Daniele Sordoni, Beatrice Peruffo

*In copertina*

Foto di Antonella Marconi. Alunne di IV elementare. I.C. Falcone. Grottaferrata

ISBN 978-88-99306-93-9

*Impaginazione*

Giovanna Cimmino - Napoli

© A. N. I. S. N.

Anno XXVI - Periodico semestrale

La rivista viene inviata gratuitamente ai soci ANISN

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere tradotta, riprodotta, copiata o trasmessa senza l'autorizzazione scritta dall'editore.



© 2018 by PAOLO LOFFREDO EDITORE s.r.l.

Napoli - Via Palermo, 6

E-mail: [loffredopaolo@virgilio.it](mailto:loffredopaolo@virgilio.it) - [www.paololoffredo.it](http://www.paololoffredo.it)

*“IBSE needs more than a good idea [...] Successful changes in science education require a coherent set of ideas about change, deep understanding of needs, vision of the keys challenges, competences to design, set up and carry out a coherent set of actions”.*

*Grand Challenges in Science Education Science,  
19 Apr 2013: Vol. 340, Issue 6130*

Cari soci, questo numero tematico viene pubblicato alla vigilia del nostro decennale impegno per la diffusione dell’Inquiry Based Science Education (IBSE) in Italia ed in qualche misura intende fornire elementi concreti del processo sviluppato in questi anni. Un impegno, visionario e pionieristico, che ha coinvolto al suo nascere un gruppo molto esiguo di soci. Visione e strategia di sistema unite a competenze, passione e instancabile impegno hanno alimentato e sostenuto una progressiva crescita, radicandola ed organizzandola in Centri IBSE dell’ANISN, presenti ad oggi in dieci regioni Italiane e coinvolgendo un numero sempre crescente di soci e non solo. I Centri, contro ogni usuale deriva, diffusa anche in ambito educativo, pur radicati nelle realtà contestuali, operano in modo sinergico, come parte di una impresa collettiva (progetto *School for Inquiry*) e valicando i confini territoriali ma anche nazionali. L’ANISN in questi dieci anni, è stata infatti partner, ed in alcuni casi lo è ancora, di numerosi progetti europei volti allo sviluppo di risorse IBSE specifiche (progetto SUSTAIN), al rafforzamento di cooperazioni con soggetti europei esperti nella formazione IBSE (progetto Fibonacci) all’analisi e confronto su strategie di sistema di Centri IBSE (progetto LINKS) e alla realizzazione di piani annuali cooperativi di formazione specifica (progetto AMGEN Teach e ABE – AMGEN BIOTECH EXPERIENCE).

L’umiltà e l’impegno rigoroso, costante e sinergico, i risultati raggiunti, i dati dei report di valutazione esterna, hanno permesso progressivamente di sostanziare la affidabilità dell’ANISN come soggetto esperto e di riferimento nella formazione IBSE. Questo processo ha inevitabilmente fatto crescere la nostra Associazione nel suo complesso, nel panorama Italiano e non solo.

Come tangibile conseguenza, altri progetti, di recente approvazione, in altri campi (progetto SpaTio) sostenuti da prestigiosi soggetti Italiani ed Europei sono in fase di avvio.

Il mio auspicio è che la ricchezza esperienziale acquisita e disponibile per tutti, trovi sempre più soci disposti ad accettare la ineludibile sfida di una formazione scientifica profonda dei docenti di Scienze che rifugga da cecità, dinamiche asfittiche e circoscritte a danno della professionalità docente e soprattutto del contributo preziosissimo che ciascuno di noi può dare alla formazione dei “*mind habits*” delle future generazioni ricordandoci che:

*“what emerges from a review of change efforts, both those successful and unsuccessful, is the presence or absence respectively of person(s) who assist others in the adoption and implementation of plans for change. [...] The human interface was revealed as the significant factor [...]”.*

(Hord, S. M., 1992). Pertanto, *“not just budgets and materials, but also ideas about how people and communities develop and change and about the best ways to motivate and support them”.* (A. Hargreaves & M. Fullan, 2012)

Buona lettura.

PAOLA BORTOLON

---

## *La formazione docente come elemento chiave della professionalità*

### Introduzione

I cambiamenti della società che si riscontrano nei cambiamenti delle famiglie, dei giovani, del mondo lavorativo e dello stile di vita, implicano un rinnovamento della scuola. Tale rinnovamento richiede comunque di considerare gli aspetti di positività del passato per valorizzare l'esistente introducendo elementi di miglioramento graduali e quindi più facilmente apprezzabili e accettati dai soggetti che nella scuola operano. I cambiamenti devono essere inoltre attentamente pensati per consentirne la durabilità. In questi anni si è infatti assistito a proposte propagandate come innovative che si sono esaurite e sono state abbandonate dopo un breve arco di tempo, venendo sostituite da altre, per le quali non era stata attuata un'analisi di fattibilità.

Il turnover di proposte, di indicazioni, di prescrizioni, legate anche ai cambiamenti politici e governativi, segna profondamente il corpo docente che giunge, in alcuni contesti, a rifiutare gli interventi di sviluppo professionale o a subirli passivamente, con scarso effetto sulla didattica e sui fruitori del servizio scolastico.

Poiché la scuola è ologramma della società, da cui riceve input e a cui dà output, una attenta e approfondita lettura dei contesti anche europei diviene azione prioritaria. Numerose e dettagliate sono le pubblicazioni in cui viene descritto l'esistente sia a livello comunitario sia a livello dei singoli stati membri. Una vasta documentazione si focalizza sulla scuola, sulle esigenze e richieste che ad essa provengono, sul corpo docente (TALIS, 2013) e discente, sugli esiti dei giovani in termini di conoscenze, abilità, competenze (OCSE-PISA). Tale documentazione ha avuto una considerevole influenza sulle politiche educative di molti paesi.

*Social and civic competences are among the eight key competences identified in 2006 by the European Parliament and the Council of the European Union as essential for citizens living in a knowledgebased society<sup>1</sup> Promoting equity, social cohesion and active citizenship through school education is also one of the main objectives for the present decade in the context of the Strategic Framework for European Cooperation in Education and Training (ET 2020)<sup>2</sup> (Da Eurydice 2017).*

---

<sup>1</sup> Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December on key competences for lifelong learning, OJ L 394, 30.12.2006.

<sup>2</sup> Council conclusions of 12 May 2009 on a strategic framework for European cooperation in education and training ("ET 2020"), OJ C 119, 28.5.2009.

È possibile inoltre analizzare i diversi curricula nazionali, in termini di contenuti, obiettivi di apprendimento, traguardi, linee guida sulla valutazione o syllabus.

Tale analisi consente di cogliere analogie e differenze e soprattutto di individuare elementi che possano guidare e favorire più valide azioni di miglioramento, soprattutto negli interventi da predisporre sul corpo docente e sulla sua formazione, di cui individuare anche in questo caso obiettivi, priorità, modalità, strumenti di verifica e valutazione.

Le azioni di rinnovamento, se adeguatamente pianificate, realizzate e valutate, avranno ripercussioni non solo sui diretti fruitori del servizio scolastico ma sulla più ampia società civile e quindi sul mondo lavorativo, universitario, associativo con cui instaurare relazioni di partnership, per definire collaborativamente problematiche e soluzioni.

### ***Continuous Professional Development (CPD)***

Il cambiamento della scuola e della pratica didattica volto a preparare i giovani alle sfide della società e alle richieste del mondo del lavoro deve imprescindibilmente agire sulla formazione del corpo docente. Una formazione che deve essere continua, che deve saper integrare i bisogni esterni e le necessità interne alla scuola, che deve sostenere, motivare, valorizzare, creare *learning community* di insegnanti, aperte e dinamiche e quindi durature nel tempo.

Si tratta di individuare concretamente le azioni da svolgere, gli strumenti da utilizzare adattandoli ai diversi contesti.

Analizzando quanto fin qui svolto nei vari Centri ANISN-IBSE e i vari documenti elaborati in questi anni in Europa, il presente lavoro si focalizza su alcune proposte già attuate o individuate come fondamentali, da, eventualmente, curvare in relazione al luogo di applicazione.

Se ne dà qui una sintetica descrizione, per una disamina futura più articolata e operativa.

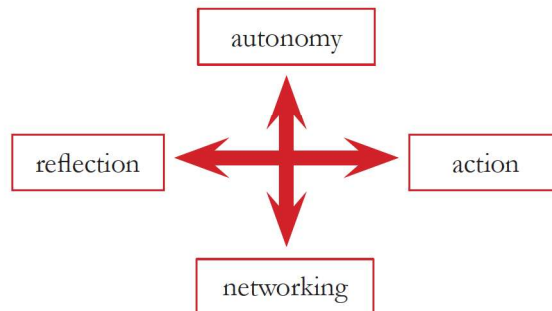
Lo sviluppo professionale continuo (*Continuous Professional Development - CPD*) non si realizza solo nel fornire conoscenze più approfondite su un argomento disciplinare, su un approccio didattico, su un intervento di sostegno agli alunni con svantaggi cognitivi o sociali, ma deve anche soddisfare bisogni impliciti e immateriali tra cui quelli di appartenenza, stima e autorealizzazione, descritti da Maslows (1943; 1954).

Altrettanto importante è offrire ai docenti, molti dei quali già con una lunga carriera lavorativa, la possibilità di autodeterminazione (Deci e Ryan, 1985), soddisfacendo i bisogni di competenza, autonomia e relazione positiva con gli altri (*relatedness*).

L'insoddisfazione, sia sul lavoro sia nella vita pubblica e privata, è un fenomeno molto diffuso nel corpo docente che può trovare una sua causa nella mancata realizzazione delle proprie potenzialità o da conflittuali relazioni interpersonali sia di tipo orizzontale che verticale.

In considerazione a ciò un sistema di formazione continuo deve tenere in considerazione e far interagire quattro dimensioni, a due a due estreme di un continuum: autonomia e networking, azione e riflessione (Krainer & Zehetmaier, 2013).

Importante è altresì la personalità del dirigente scolastico, che può essere animatore sensibile del rinnovamento e che deve saper instaurare rapporti collaborativi sia all'interno dell'istituto sia all'esterno, creando reti di scopo *multilevel* volte ad integrare competenze difformi che dialogano e operano per uno scopo comune.



Accanto al soddisfacimento dei bisogni più profondi e insiti in ogni tipo di lavoratore, vanno considerate attentamente le necessità immediate a cui dare risposte pronte per una efficace risoluzione dei problemi, anche in considerazione del poco tempo che talvolta hanno i docenti. Strumenti, percorsi, materiali già predisposti e di immediata applicazione in classe, previa un'analisi preliminare, sono auspicabili e favoriscono la permanenza dei docenti nei percorsi formativi.

Si deve dare la possibilità di vedere la concretizzazione pratica della teoria, attraverso messe in situazioni svolte in gruppo che favoriscono la riflessione e la costruzione del sapere disciplinare e metodologico, in una impostazione socio-costruttivista, che facilita poi lo scambio di risorse e di esperienze pratiche e la costruzione di una efficace *learning community*.

Accanto a sessioni di formazione in presenza risulta utile la predisposizione di network on line, che possono garantire il coinvolgimento e il supporto ad un numero più elevato di soggetti e che, nello stesso tempo, aiutano a migliorare, praticandole, le abilità nell'utilizzo delle nuove tecnologie.

Una formazione articolata e duratura deve prevedere il coinvolgimento di più attori, con compiti e ruoli difformi. Fondamentale è l'iniziale formazione dei formatori e dei trainer, perché muovendo dalle diversità iniziali, legate alla provenienza, al tipo di percorsi universitari, alle esperienze lavorative, giungano alla condivisione di una solida cultura comune e ad un corretto utilizzo dell'approccio investigativo, pur nelle difformità insite in esso e nei suoi diversi livelli di applicazione.

La velocità con cui nuove conoscenze scientifiche sostituiscono quelle precedenti, impone un dialogo più stretto con gli scienziati, con il mondo universitario, ma anche con le aziende e le imprese. Queste ultime possono facilitare le azioni di orientamento richieste in molti paesi e indicare possibili percorsi interdisciplinari, sovente più motivanti per i ragazzi perché più vicini alla quotidianità e all'esperienza vissuta e atti a far costruire le soft skills richieste dal mondo del lavoro.

Nei percorsi di formazione il dialogo e la cooperazione attiva con le aziende possono guidare allo sviluppo operativo di tematiche sociali e delle RRI, intese secondo la definizione coniata da René von Schoenberg (2012) come *“Un processo trasparente ed interattivo, attraverso il quale i vari attori della società e gli innovatori interagiscono per far sì che il progresso scientifico e tecnologico possa dar luogo a processi e prodotti che siano sicuri per l'uomo e l'ambiente, eticamente accettabili e rispondenti alle esigenze ed ai bisogni degli individui e della società”*.

La promozione della Ricerca e Innovazione Responsabile rientra da tempo tra le azioni strategiche della Commissione Europea, avviata dal Sesto Programma Quadro



(FP6) e continuata nel Settimo Programma Quadro (FP7), che identifica nella crescita responsabile uno dei pilastri su cui deve poggiare lo sviluppo dell'Europa (Owen, 2012).

Se l'analisi dei contesti lavorativi e delle competenze richieste rappresentano per la scuola dei traguardi da far raggiungere, il dialogo tra i diversi sistemi formativi e con lo stesso sistema dell'università e della formazione professionale consente di trovare le strategie per un prosieguo armonico e ben direzionato.

Il coinvolgimento degli scienziati e del mondo accademico può avvenire in vari modi, in vari momenti e con vari attori e concorre a facilitare la relazione tra scienza e società, anche con lo scopo di incrementare la consapevolezza, la formazione, la disseminazione e l'implementazione di pratiche di RRI e di attuare concretamente le sei dimensioni chiave dell'R&I<sup>3</sup>: il coinvolgimento attivo dei pubblici, l'educazione scientifica, la questione di genere, l'etica, l'accesso aperto ai risultati delle ricerche scientifiche e la stessa *governance* della R&I.

L'interazione con il mondo universitario, anche se prevista da specifici interventi normativi, in pratica ha criticità di realizzazione e sovente si limita a conferenze e seminari di tipo teorico, per lo più rivolti a docenti delle scuole secondarie di secondo grado.

Una miglior comprensione del processo scientifico e del modo di operare della scienza si realizzerebbe offrendo ai docenti l'accesso ai luoghi in cui avviene la ricerca.

Sovente gli appartenenti ai vari ordini scolastici hanno rapporti sporadici e superficiali, con disarmonia nelle richieste fatte agli studenti e nelle modalità di lavoro al passare da un ciclo scolastico ad un altro.

Una formazione che prevede momenti di interazione e di lavoro insieme degli insegnanti della scuola primaria e secondaria dà la possibilità di interpretare vincoli e risorse da punti di vista diversi e consente di trovare soluzioni e proposte che si implementano grazie a competenze plurime.

Altrettanto utile è la compresenza nei percorsi di formazione e aggiornamento professionale di docenti con iniziale esperienza lavorativa e docenti con più anni di servizio. I primi possono fornire un supporto dal punto di vista prettamente contestuale i secondi da quello più prettamente pedagogico e didattico.

Alla maggiore anzianità media degli insegnanti, abbastanza diffusa in Europa anche se con valori più alti in Italia, fa da contrappeso un maggior patrimonio di esperienza professionale, da diffondere e da sfruttare nella gestione di quelle situazioni di criticità che oggi appaiono più marcate e ampiamente presenti nelle così dette "*challenging schools*"<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> R&I Ricerca e Innovazione. *La crescita sostenibile è sempre più correlata alla capacità delle economie regionali di innovare e trasformare, adattandosi a un ambiente più competitivo e in continua evoluzione. Tale situazione richiede quindi maggiore impegno per la realizzazione di un ecosistema volto a incoraggiare innovazione, ricerca, sviluppo e imprenditorialità, come sottolineato nell'ambito della strategia Europa 2020 e dell'iniziativa faro Unione dell'innovazione correlata.*

<sup>4</sup> Sono considerate "*challenging schools*" le scuole composte da: (1) oltre il 10% degli studenti con lingua nativa diversa dalla lingua di insegnamento; (2) più del 10% degli studenti con esigenze educative speciali; (3) più del 30% degli studenti appartenenti a famiglie svantaggiate da un punto di vista socio-economico.

La disponibilità degli insegnanti alla formazione può trovare ostacoli nell'organizzazione oraria della scuola, nell'assenza di incentivi, non solo economici, alla partecipazione, nella instabilità lavorativa, che comporta ripetuti cambiamenti della sede di lavoro, nell'assenza di valorizzazione del merito, in continui cambiamenti normativi, che, come detto in premessa, demotivano. La scarsità di risorse economiche e di stima sociale sono altri due fattori da contrastare e che richiedono il coinvolgimento dei decisori politici.

## Conclusione

Molto di quanto qui indicato si è cercato di realizzare nei Centri IBSE che l'Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali ha saputo costruire in questi anni e che ha coinvolto numeri consistenti di docenti e, di riflesso, di studenti.

Grazie ad un impegno costante e ad un efficace coordinamento, si sono costruite in Italia delle *learning community* che, attraverso azioni mirate e condivise, hanno potenziato non solo la dimensione disciplinare e metodologica, ma anche quella più prettamente sociale. La disponibilità a collaborare, al confronto critico, alla condivisione di materiali e di strategie ha fornito un supporto costruttivo, volto ad unire e a durare nel tempo e che si è diffuso all'interno delle singole realtà scolastiche e, in molti casi, all'interno della più vasta comunità educante.

## Bibliografia

- Maslow A.S.H., 1943. "A theory of human motivation". *Psychological Review*. 50 (4): 370-96.
- Maslow A.,H., 1954. *Motivation and Personality*. New York, NY, Harper.
- Deci E.,L., &Ryan R.,M., 1985. *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York, Plenum Press.
- Krainer K., Zehetmaier S., 2013. *Inquiry based learning for students, teachers, researchers, and representatives of educational administration and policy. Reflections on a nation-wide initiative fostering educational innovation*. In: *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, Vol 45, 875 - 886, Springer Verlag GmbH
- Von Schoemberg R., 2012 *Prospects for Technology Assessment in a Framework of Responsible Research and Innovation*, in: Dusseldorp M., Beecroft R. *Technikfolgen abschätzen/lehren, Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden*, Wiesbaden, VS Verlag.
- Owen R., Stilgoe P., Macnaghten J., 2012, *Responsible research and innovation: From science in society to science for society, with society*, *Science and Public Policy* 39, 751-760.

## *Che cosa è l'IBSE*

Secondo il Rapporto Rocard, la ragione dello scarso interesse dei giovani per gli studi scientifici è essenzialmente connessa al modo in cui le scienze vengono insegnate a scuola. In particolare, vengono evidenziati come aspetti problematici l'approccio didattico tradizionalmente trasmissivo, finalizzato alla semplice memorizzazione dei contenuti, e l'impostazione prevalentemente teorica e astratta di stampo deduttivo. In relazione a questi ultimi aspetti, anche nei casi più favorevoli in cui le attività sperimentali sono incluse nella prassi didattica ordinaria, spesso assolvono a una funzione "dimostrativa" dei concetti precedentemente trasmessi dall'insegnante o trattati dal manuale. In questi casi, il compito richiesto agli studenti consiste spesso nella mera esecuzione di procedure predefinite, di cui è facile prevedere i risultati. Sul piano formativo non si tratta quindi di esperienze di ricerca autentica, ma piuttosto di attività finalizzate a richiamare e consolidare nozioni teoriche o, al più, utili allo sviluppo di semplici abilità procedurali. Inoltre, secondo una prospettiva più generale, connessa a fattori di natura epistemologica, tali esperienze possono fornire agli studenti una visione della scienza non del tutto adeguata e coerente all'idea contemporanea.

L'impegno europeo per la diffusione dell'IBSE nei paesi dell'unione si basa sulla constatazione dei suoi effetti positivi sull'interesse e sui risultati di apprendimento, emersi nella realizzazione di progetti basati sulla sua implementazione.

L'efficacia dell'IBSE è ampiamente confermata anche dalla letteratura internazionale, essenzialmente riferita a ricerche svolte in contesti in cui l'applicazione di tale approccio è da tempo consolidata e prevista dalle linee guida istituzionali. In particolare, è stato dimostrato l'impatto positivo dell'IBSE sulla comprensione profonda dei concetti scientifici, sullo sviluppo di competenze specifiche e trasversali, incluse quelle di livello elevato, nel promuovere l'interesse e la motivazione e nel migliorare i risultati di apprendimento. Tali effetti risultano persistenti nel tempo e si riferiscono a tutti gli studenti, compresi quelli con storie di insuccesso scolastico o con difficoltà di apprendimento, garantendo al tempo stesso il raggiungimento di livelli di eccellenza. Alcuni studi hanno inoltre dimostrato la maggiore efficacia dell'IBSE a confronto con metodologie tradizionali, anche nello sviluppo della literacy scientifica.

### **Istruzioni per l'uso**

L'IBSE è un approccio didattico induttivo, di matrice costruttivista, orientato al processo piuttosto che al prodotto. Si caratterizza come strategia di apprendimento attivo e

cooperativo, centrata sullo studente, con l'insegnante che svolge il ruolo di facilitatore. Sono questi gli aspetti fondamentali che consentono di formulare una definizione generale dell'IBSE, utile a qualificare tale approccio dal punto di vista pedagogico-didattico.

L'analisi della denominazione *Inquiry Based Science Education* (Educazione Scientifica Basata sull'Indagine) mette in luce una significativa dicotomia, che richiama in modo esplicito i settori della ricerca e dell'educazione nello specifico ambito scientifico. In effetti il termine suggerisce sia l'attività di indagine alla base del processo che genera nuove conoscenze scientifiche, sia l'attività di apprendimento e di insegnamento delle scienze. A tal riguardo, la letteratura di riferimento sottolinea come l'IBSE non sia propriamente una singola e specifica metodologia didattica, ma rappresenti piuttosto un approccio multiforme e variegato, che riunisce in sé alcuni elementi chiave riconducibili alla *dicotomia* evocata dalla sua denominazione. Tali elementi costituiscono gli aspetti salienti di un processo di apprendimento che simula l'indagine scientifica, fondato sull'idea che gli studenti possano acquisire conoscenze e competenze scientifiche utilizzando le modalità e i percorsi che guidano gli scienziati nella comprensione del mondo naturale. Nonostante la pluralità dei modi di condurre la ricerca scientifica sul piano individuale e la diversità di approcci che caratterizzano la ricerca nei diversi ambiti disciplinari, si possono individuare alcuni aspetti che solitamente caratterizzano il processo di ricerca scientifica, assunti dall'IBSE come caratteristiche chiave che qualificano in modo specifico tale approccio, delineandone la seguente definizione operativa.

### **La domanda iniziale per il coinvolgimento degli studenti**

L'IBSE è un processo che coinvolge gli studenti in una sfida formulata sotto forma di domanda, riferita a fatti e fenomeni della realtà naturale.

Tale domanda iniziale deve essere scientificamente orientata, cioè prevedere risposte che derivano da indagini scientifiche dirette o indirette, basate sulla raccolta di dati sperimentali; inoltre, non deve prevedere una risposta univoca, ma una pluralità di risposte alternative, ugualmente legittime in quanto riferite a paradigmi diversi.

La "sfida" iniziale deve essere significativa, riguardare cioè questioni rilevanti e connesse a contesti di vita reale e, al tempo stesso, prevedere risposte "accessibili" agli studenti e adeguate al loro livello di sviluppo. Essa si considera efficace nella misura in cui suscita negli studenti il bisogno di conoscere, attiva naturalmente il processo di investigazione ed è in grado di generare altre domande che alimentano e guidano la ricerca di spiegazioni.

### **La raccolta di evidenze**

La raccolta di evidenze sperimentali rappresenta il mezzo fondamentale utilizzato dagli studenti, per costruire spiegazioni che siano accettabili e significative dal punto di

vista scientifico. I dati sperimentali possono derivare da esperienze svolte direttamente in laboratorio o sul campo, da fonti indirette e anche dall'applicazione di modelli. In tal senso l'IBSE non comporta necessariamente lo svolgimento di attività *hands-on*, qualora questo non fosse possibile per ragioni diverse, mentre richiede come condizione essenziale e irrinunciabile il ricorso a "prove" per supportare le risposte e le spiegazioni proposte, coerentemente al carattere sperimentale della scienza.

## **La formulazione di spiegazioni**

Gli studenti formulano risposte alle domande di ricerca a partire dalle evidenze sperimentali raccolte. La costruzione di spiegazioni coinvolge vari processi cognitivi, alcuni dei quali propri dell'indagine scientifica (classificare, analizzare, inferire, fare previsioni, ecc.), altri più generali e trasversali (ragionare in modo logico e pensare criticamente). Tale attività, pur focalizzandosi sulla costruzione di spiegazioni logiche e coerenti rispetto alle evidenze selezionate, coinvolge anche la creatività e l'immaginazione degli studenti, tiene conto del rispettivo background individuale di esperienze e conoscenze pregresse e include sia osservazioni, sia inferenze, riproducendo in tal modo la complessità del processo scientifico.

## **La valutazione delle spiegazioni**

Gli studenti valutano le spiegazioni proposte mettendole anche in relazione con le conoscenze scientifiche riguardanti le questioni affrontate. Il processo prevede il confronto delle idee messe in campo dagli studenti, come risultato delle investigazioni svolte, quelle proposte dall'insegnante e quelle riportate nelle diverse fonti consultate. Un'attenzione particolare viene rivolta alle spiegazioni alternative, che possono derivare dall'applicazione di analoghe procedure o essere il risultato di indagini intenzionalmente diversificate, riferite cioè a modi diversi di affrontare lo stesso problema e che proprio per questo meritano di essere approfondite. Gli strumenti fondamentali di questa fase di revisione sono il dialogo e la discussione, costantemente alimentati dalle domande, il cui ruolo strategico è finalizzato non solo ad avviare e dirigere il processo di ricerca, ma anche a guidare il controllo e la verifica dei risultati ottenuti.

## **La comunicazione delle spiegazioni**

Gli studenti presentano gli esiti del loro processo di ricerca comunicando e giustificando i risultati ottenuti. Questa fase di condivisione richiama il carattere intersoggettivo della scienza, che prevede la comunicazione dei risultati per garantirne la replicazione, il relativo controllo e l'eventuale utilizzo in nuove domande di ricerca.

La comunicazione degli studenti deve essere chiara, rigorosa e completa; essa inoltre deve includere una argomentazione convincente del processo svolto, mostrando in modo chiaro ed esplicito la connessione tra le evidenze sperimentali, le conoscenze scientifiche esistenti e le spiegazioni proposte.

### **Oltre la definizione operativa**

È importante sottolineare come gli elementi del processo descritto non siano da interpretare come una rigida sequenza di passaggi obbligati, ma piuttosto come caratteristiche specifiche dell'IBSE che, a seconda delle particolari condizioni di contesto, è possibile implementare in vario modo. Considerati globalmente, questi elementi chiave conducono gli studenti a comprendere alcuni aspetti rilevanti della scienza, perseguendo il duplice obiettivo della conoscenza dei processi propri dell'indagine scientifica attraverso la loro sperimentazione e in particolare la riflessione su di essi.

In effetti, al di là della definizione operativa, un aspetto rilevante che qualifica la pedagogia dell'IBSE, svelandone la sua vera essenza, è la riflessione che caratterizza l'intero processo di apprendimento. Mentre gli studenti conducono le loro indagini sono continuamente guidati a riflettere sul processo in corso. Questa alternanza tra il “fare” e il “riflettere su quello che si sta facendo”, sul “come” e sul “perché”, permette il raggiungimento di obiettivi di vario livello: la comprensione dei concetti scientifici, lo sviluppo di competenze e l'acquisizione di significati, sviluppando al tempo stesso motivazione e interesse. In tale prospettiva, l'IBSE si configura sia come attività pratica-laboratoriale, sia come processo mentale, qualificandosi anche come attività metacognitiva di livello superiore, utile ed efficace per ‘comunicare’ agli studenti la natura della scienza.

In confronto ad altri approcci didattici, gli elementi che scaturiscono dalla riflessione sul processo rappresentano il valore aggiunto dell'IBSE. In tal senso, vengono ad esempio superate le attività *hands-on* o la metodologia dell'*imparare facendo*, che pur presentando un indiscutibile valore pedagogico-formativo, si caratterizzano essenzialmente come attività pratiche. Questa specifica connotazione, se da un lato non esclude la riflessione sulle esperienze, dall'altro non ne prevede esplicitamente lo svolgimento, limitando così la possibilità di comunicare agli studenti la natura della scienza. In effetti, la ricerca in campo educativo ha dimostrato che il semplice coinvolgimento in attività sperimentali che simulino il processo di ricerca scientifica non è sufficiente a sviluppare in modo implicito l'idea di scienza. Il raggiungimento di tale ambizioso obiettivo richiede invece l'impegno in un'attività mentale, da svolgere contemporaneamente a quella pratica, che prevede come momento cruciale la riflessione esplicita sul processo in corso. Dal momento che la comprensione della natura della scienza viene indicata in letteratura come una condizione particolarmente favorevole allo sviluppo della *literacy* scientifica, il valore formativo dell'IBSE risulta particolarmente rilevante anche in riferimento a tale possibile risultato.

## I livelli di *inquiry*

Non tutte le “attività *inquiry*” sono equivalenti: diversi autori descrivono un continuum di differenti livelli, che oltre a rappresentare un utile riferimento per riconoscere un’autentica “attività *inquiry*”, permette anche di determinare il “grado di *inquiry*” di una data esperienza di apprendimento. A tal riguardo, i tipi di tassonomia riportati in letteratura propongono un numero variabile di livelli di *inquiry*, ma sostanzialmente convergono nel criterio di classificazione. Esso si riferisce al diverso grado di responsabilità e di autonomia attribuito agli studenti nel progettare e condurre le loro investigazioni, connesso al livello di “strutturazione” delle attività, predisposto dall’insegnante. Sul piano operativo risulta discriminante la quantità di informazioni fornite agli studenti, che si traduce in una variazione significativa del grado di complessità delle attività proposte.

Il modello di classificazione più diffuso descrive quattro diversi livelli, compresi tra due estremi: l’“*inquiry* confermativo” e l’“*inquiry* aperto”. Quest’ultimo rappresenta il livello di maggiore complessità in termini di richieste cognitive e gestione del processo. Nell’“*inquiry* aperto” l’insegnante deve controllare un percorso impreveduto e imprevedibile, essendo completamente aperto all’iniziativa degli studenti, i quali scelgono la domanda di ricerca e progettano e conducono investigazioni. Nonostante l’elevato grado di autonomia e di responsabilità affidato agli studenti, rimane comunque cruciale il ruolo dell’insegnante, al quale si richiede di fornire un adeguato supporto per facilitare il processo diretto dagli studenti. Per contro, nell’*inquiry* di livello più basso la responsabilità del processo è completamente affidata al docente, il quale dirige ogni fase dell’attività, fornendo tutte le informazioni necessarie in tal senso. Nei livelli intermedi di “*inquiry* strutturato” e “*inquiry* guidato” le attività presentano un grado di strutturazione progressivamente decrescente, nel senso che nel primo caso è l’insegnante che fornisce sia la domanda di ricerca, sia la procedura per la risposta, lasciando agli studenti il compito di formulare spiegazioni/conclusioni sulla base delle indicazioni fornite, mentre nell’*inquiry* guidato sono gli studenti a scegliere il procedimento per formulare le risposte alla domanda di ricerca posta dall’insegnante.

Rispetto al possibile repertorio di attività *inquiry* si dovrebbe dare agli studenti l’opportunità di partecipare ad esperienze riferite a ciascuno dei diversi livelli. In effetti, il piano ideale per un’efficace implementazione dell’IBSE prevede un percorso di graduale passaggio tra attività con un crescente livello di complessità, tenendo conto che lo sviluppo di abilità *inquiry* richiede tempo sia per gli studenti, sia per gli insegnanti. Ovviamente la pianificazione di tale percorso è affidata all’insegnante che deve valutarne i modi e i tempi più opportuni, in base alle specifiche condizioni di contesto.

Talvolta l’approccio basato sull’*inquiry* è classificato anche come “*full* o *partial*” a seconda della presenza completa o parziale dei cinque elementi chiave indicati nella definizione operativa.

Tendenzialmente tutte le possibili variazioni e gli eventuali adattamenti sono accettabili, purché l’esperienza di apprendimento sia centrata su una domanda di ricerca che prevede l’elaborazione di risposte e spiegazioni formulate e valutate sulla base di evidenze sperimentali (non importa se acquisite in modo diretto o indiretto), e che le attività siano sempre accompagnate dalla condivisione e dalla riflessione sul processo svolto.

## *L'IBSE e le Indicazioni Nazionali per il Curricolo*

### **Introduzione**

Già dagli anni 90 i pensieri di Delors, Cresson e Morin avevano indirizzato l'attenzione dei politici verso l'importanza dell'istruzione nella società moderna, ma è il vertice di Lisbona del 2000 a sancire di fatto il passaggio verso la società della conoscenza. Nell'ultimo ventennio, quindi, in Europa si è registrato un forte cambiamento in campo psico-pedagogico: il passaggio dal paradigma dell'insegnamento a quello dell'apprendimento. In questi anni l'attenzione si è spostata da *cosa insegnare* al *soggetto che apprende* focalizzando l'attenzione non solo sui saperi appresi, ma sui processi che portano a tali saperi.

Per quanto riguarda l'educazione scientifica il Rapporto Rocard raccomanda l'introduzione del metodo basato sull'investigazione (IBSE). Questo, infatti, migliora l'insegnamento-apprendimento delle scienze perché aumenta l'interesse e il rendimento degli alunni e stimola anche la motivazione degli insegnanti.

L'esperienza educativa scientifica ha senso e significato se permette agli studenti di: acquisire le principali linee di pensiero per capire gli aspetti del mondo che li circonda; capire ciò che è la scienza e come funziona; sviluppare la capacità di comunicare esperienze; essere in grado di continuare ad apprendere.

Anche l'Italia, in parallelo, percorre il suo cammino di cambiamento che, nella scuola dell'Infanzia e del Primo Ciclo, si concretizza con la stesura definitiva delle Indicazioni Nazionali per il Curricolo del 2012.

### **Le Indicazioni Nazionali e l'educazione scientifica**

Nel documento, in linea con le direttive europee, l'insegnamento – apprendimento delle scienze assume un ruolo di fondamentale importanza per permettere all'alunno di possedere gli strumenti indispensabili a fronteggiare la complessità di una società in continua evoluzione. Si sottolinea come attraverso l'insegnamento delle scienze, si stimola la costruzione del pensiero complesso; si suscita curiosità e desiderio di continuare ad apprendere; si aiuta a sviluppare i potenziali dei giovani e i loro interessi. L'acquisizione di una mentalità scientifica non è un processo rigido e lineare, ma lento e graduale che, a partire dalla scuola dell'infanzia, ogni alunno si costruisce attraverso le diverse esperienze.



Se andiamo ad analizzare nel dettaglio le Indicazioni, sia per l'Infanzia che per il Primo ciclo, scopriamo sottesi i principi e i metodi su cui si basa l'IBSE: il coinvolgimento attivo degli studenti a partire dalle loro conoscenze; l'esperienza diretta attraverso la manipolazione e la sperimentazione; la comprensione della domanda/problema che rende significativo ciò che si apprende; l'argomentare, discutere, relazionare che facilita l'acquisizione del linguaggio; il lavoro cooperativo che dà una dimensione sociale all'apprendimento; la metacognizione che facilita l'acquisizione durevole degli apprendimenti.

L'insegnamento-apprendimento delle scienze, quindi, assume un vero significato se è:

- Esplorazione e ricerca
- Significativo
- Attivo
- Evoluzione del linguaggio
- Cooperativo
- Metacognitivo

### L'IBSE nelle Indicazioni

Scuola dell'Infanzia Campo di esperienza – La conoscenza del mondo	Scuola del Primo ciclo Scienze
<b>ESPLORAZIONE E RICERCA</b>	
<p><i>I bambini esplorano continuamente la realtà... Pongono così le basi per la successiva elaborazione di concetti scientifici che verranno proposti nella scuola primaria.</i></p>	<p><i>L'osservazione dei fatti e lo spirito di ricerca dovrebbero caratterizzare un efficace insegnamento delle scienze e dovrebbero essere attuati attraverso un coinvolgimento diretto degli alunni incoraggiandoli, senza un ordine temporale rigido e senza forzare alcuna fase, a porre domande sui fenomeni e le cose, a progettare esperimenti/esplorazioni seguendo ipotesi di lavoro e a costruire i loro modelli interpretativi. ... La gradualità e non dogmaticità dell'insegnamento favorirà negli alunni la fiducia nelle loro possibilità di capire sempre quello che si studia, con i propri mezzi e al proprio livello.</i></p>
<b>SIGNIFICATIVO</b>	
<p><i>La curiosità e le domande sui fenomeni naturali, su se stessi e sugli organismi viventi possono cominciare a trovare risposte guardando sempre meglio i fatti del mondo, cercando di capire come e quando succedono, intervenendo per cambiarli e sperimentando gli effetti dei cambiamenti.</i></p>	<p><i>Il percorso dovrà comunque mantenere un costante riferimento alla realtà... ... la valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno. ... È importante disporre di tempi e modalità di lavoro che consentano, in modo non superficiale o affrettato, la produzione di idee originali da parte dei ragazzi, anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti...</i></p>

Scuola dell'Infanzia Campo di esperienza – La conoscenza del mondo	Scuola del Primo ciclo Scienze
<b>ATTIVO</b>	
<i>Si avviano così le prime attività di ricerca che danno talvolta risultati imprevedibili, ma che costruiscono nel bambino la necessaria fiducia nelle proprie capacità di capire e di trovare spiegazioni.</i>	<i>Nell'arco di ogni anno di scuola primaria, quindi, ciascun alunno deve essere coinvolto in varie esperienze pratiche. La selezione e la realizzazione di esperienze concrete ed operative dovranno caratterizzare anche le attività didattiche nella scuola secondaria di primo grado, coordinate con un appropriato uso del libro di testo.</i>
<b>SVILUPPO DEL LINGUAGGIO</b>	
<i>Possono quindi avviarsi verso un percorso di conoscenza più strutturato, in cui esploreranno le potenzialità del linguaggio per esprimersi e l'uso di simboli per rappresentare significati.</i>	<i>Con lo sviluppo dei linguaggi e delle capacità di comunicazione, i ragazzi dovrebbero saper descrivere la loro attività di ricerca in testi di vario tipo... sintetizzando il problema affrontato, l'esperimento progettato, la sua realizzazione e i suoi risultati, le difficoltà incontrate, le scelte adottate, le risposte individuate.</i>
<b>COOPERATIVO</b>	
<i>Imparano a fare domande, a dare e a chiedere spiegazioni, a lasciarsi convincere dai punti di vista degli altri, a non scoraggiarsi se le loro idee non risultano appropriate.</i>	<i>La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, l'imparare dagli errori propri e altrui, l'apertura ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie.</i>
<b>METACOGNITIVO</b>	
<i>... imparano a riflettere sulle proprie esperienze descrivendole, presentandole, riorganizzandole con diversi criteri</i>	<i>... È opportuno potenziare nel percorso di studio, l'impostazione metodologica, mettendo in evidenza i modi di ragionare, le strutture di pensiero</i>

## L'IBSE ambiente di apprendimento e le Indicazioni

L'ambiente di apprendimento nella Scuola dell'Infanzia:

*L'apprendimento avviene attraverso l'azione, l'esplorazione, il contatto con gli oggetti, la natura, il territorio... gli insegnanti svolgono una funzione di mediazione e di facilitazione... e li aiutano a riflettere meglio, sollecitandoli a osservare, descrivere, narrare, fare ipotesi, dare e chiedere spiegazioni in contesti cooperativi e di confronto.*

Nella scuola del Primo ciclo: *si costituisce come contesto idoneo a promuovere apprendimenti significativi e a garantire il successo formativo.*

- *Valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni, per ancorarvi nuovi contenuti.*
- *Favorire l'esplorazione e la scoperta, al fine di promuovere il gusto per la ricerca di nuove conoscenze.*
- *Incoraggiare l'apprendimento collaborativo. Imparare non è solo un processo individuale. La dimensione sociale dell'apprendimento svolge un ruolo significativo.*

- *Promuovere la consapevolezza del proprio modo di apprendere, al fine di “imparare ad apprendere”. Riconoscere le difficoltà incontrate e le strategie adottate per superarle, prendere atto degli errori commessi, ma anche comprendere le ragioni di un insuccesso, conoscere i propri punti di forza...*
- *Realizzare attività didattiche in forma di laboratorio, per favorire l'operatività e allo stesso tempo il dialogo e la riflessione su quello che si fa.*

## Conclusioni

L'IBSE è una metodologia che facilita il raggiungimento dei traguardi di competenze previsti dalle Indicazioni Nazionali per l'insegnamento delle scienze, nonostante ciò gli insegnanti faticano ad inserirla nella propria pratica didattica.

Due sono gli interrogativi che più spesso si pongono: uno è quello dell'insufficienza dei laboratori e delle attrezzature scientifiche, l'altro è quello del tempo a disposizione.

Per quel che riguarda gli spazi, in un ambiente di apprendimento IBSE è l'aula che diviene laboratorio. Ovviamente ciò implica una idonea predisposizione degli arredi e dei materiali necessari all'attività che si pensa di realizzare.

È vero che l'applicazione dell'IBSE richiede tempi più lunghi rispetto all'insegnamento tradizionale ma è anche vero che le Indicazioni ci esortano a far sì che gli studenti abbiano a loro disposizione tempi adeguati per acquisire nuovi insegnamenti e soprattutto procedure e competenze scientifiche.

Le Nuove Indicazioni Nazionali hanno messo in moto un processo di cambiamento riguardo all'educazione scientifica, e non solo, processo che trova ampia rispondenza per un'educazione basata sull'inquiry. Perché questo avvenga, però, si richiede una vera volontà di cambiamento non solo da parte degli insegnanti ma di tutti gli attori della comunità scolastica, cosa che ci auguriamo possa avvenire davvero in tempi brevi.

## Bibliografia e sitografia

Morin E., 2000. La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del Pensiero. Cortina Raffaello, Roma

MIUR, 2012. Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione

ANISN, 2013. Le scienze naturali nella scuola N. 48

[www.scuolavalore.indire.it](http://www.scuolavalore.indire.it)

[www.anisn.it](http://www.anisn.it)

[www.naturalmentescienza.it](http://www.naturalmentescienza.it)

*Osservazione reciproca e videoanalisi  
come strumenti per la formazione docenti*



“La meraviglia è la sorgente del nostro desiderio di conoscere”<sup>1</sup>

La rete di Centri IBSE dell’ANISN, attivi ormai da 8 anni, ha creato per molte di noi le condizioni per una straordinaria crescita professionale, legata alle opportunità di scambi con altre realtà e alla capacità di collaborare e riflettere delle comunità di docenti dei Centri.

Per noi, autrici di questo contributo, una delle esperienze più significative dello scorso anno scolastico è stata la collaborazione con l’INDIRE (Istituto Nazionale Documentazione, Innovazione, Ricerca Educativa) nel progetto di ricerca “La formazione degli insegnanti di scienze centrata sulle buone pratiche: nuovi scenari per la formazione degli insegnanti”.

---

<sup>1</sup> Aristotele, *Metafisica*, I, 2, 982b - Immagine “Il Viandante sul mare di nebbia” Caspar David Friedrich, 1818.

INDIRE voleva indagare sull'uso del video in contesti didattici, in particolare per “la definizione, in via prototipale e sperimentale, di linee guida per l'analisi delle pratiche didattiche anche supportate dal video” e ci ha proposto di collaborare poiché con l'Ente avevamo già prodotto per l'ANISN il video “Moscerini sotto inchiesta: un esempio di attività investigativa”. Il lavoro, pubblicato sul portale “Scuola Valore, Risorse per docenti” dell'INDIRE, nella sezione Videolezioni, è centrato sull'approccio IBSE esplicitato attraverso un video commentato di un'attività svolta in classe sul moscerino della frutta. Si tratta di un tipo di video diverso da quello proposto per la ricerca che qui stiamo descrivendo. In ambito didattico, infatti, il video può essere utilizzato con diversi obiettivi: per lavorare su conoscenze disciplinari, oppure su strategie efficaci o ancora su riflessione /analisi. Il video sui moscerini si focalizzava sui due primi obiettivi, mentre il nuovo progetto di ricerca era indirizzato verso l'ultimo.

Guidare a riflettere sulla propria prassi didattica non è cosa semplice, il docente, nello svolgere una lezione, non riesce a cogliere con facilità come questa stia evolvendo e sovente ha difficoltà a interpretare i feedback che provengono dalla classe. Una filmazione da analizzare in differita, anche in modo collaborativo, offre numerosi elementi su cui riflettere, consente di trovare punti di forza e di debolezza del proprio operato e di pianificare interventi migliorativi.

Si potenzia in tal senso la componente dell'insegnante riflessivo, ampiamente analizzata e descritta da Schön (1983).

## Riferimenti teorici

- Il contesto teorico nel quale la ricerca si è mossa è da individuare:
- ✓ nell'approccio IBSE
  - ✓ nel modello formativo di Marguerite Altet<sup>2</sup>, che intende “formare un insegnante professionista con competenze specifiche, riflessivo, capace di analizzare, di comprendere le pratiche, di risolvere problemi, d'inventare strategie d'azione prendendo in considerazione le molteplici dimensioni coinvolte nella pratica degli insegnanti: epistemica, didattica, pedagogica, psicologica e sociale” (Analisi plurale)
  - ✓ negli studi di Rossella Santagata<sup>3</sup> sull'uso dei video nella formazione degli insegnanti finalizzato non solo al miglioramento delle conoscenze dei docenti coinvolti, ma anche nel rafforzamento delle capacità riflessive: l'analisi dei filmati, infatti, consente di ragionare sul proprio metodo e favorisce l'elaborazione di un pensiero critico sul lavoro svolto in classe.

---

<sup>2</sup> Marguerite Altet è docente di scienze dell'educazione presso l'Università di Nantes.

<sup>3</sup> Rossella Santagata è professoressa associata alla *University of California, Irvine* e direttrice del Centro di ricerca di sviluppo e pratiche professionali degli insegnanti.

## **L'organizzazione**

Al progetto hanno partecipato il Centro IBSE del Veneto e il Centro IBSE di Napoli. Vi era l'interesse a sperimentare un nuovo modello di pratica riflessiva dei docenti in formazione centrato sull'analisi e sulla videoanalisi collaborativa e, simultaneamente, si volevano sviluppare e sperimentare strategie e strumenti utili per guidare il docente ad un'analisi di sé e delle proprie competenze professionali, nello specifico inerenti l'approccio IBSE. Vi è infatti unanime convinzione dell'importanza dell'osservazione delle pratiche didattiche e della valutazione e autovalutazione sulla loro applicazione. Il progetto di ricerca è stato organizzato sotto forma di corso di formazione comune ai due centri e avente per riferimento il modello della Altet, in base al quale la "professionalità si costruisce nell'esperienza e nella pratica sul campo, ma con l'aiuto di un mediatore che facilita la presa di coscienza e conoscenza, partecipa all'analisi delle pratiche, secondo un modello di co-formazione".

Il percorso di formazione-ricerca si è articolato in momenti comuni di interazione a distanza e in incontri in presenza, svolti separatamente nei due centri IBSE. L'architettura, le attività e i materiali del corso sono stati prodotti dal Gruppo di Progetto formato dalle ricercatrici dell'INDIRE, Serena Goracci, Valentina Toci, Rachele Borgi, Francesca De Santis e, per l'ANISN, da Antonella Alfano, Paola Bortolon, Giulia Forni, responsabili dei due Centri, il tutto con il supporto didattico e scientifico di Anna Pascucci.

Il percorso di formazione ha previsto, per ognuna delle scuole coinvolte, la partecipazione di due docenti che hanno collaborato strettamente lavorando con compiti precisi nei seguenti step:

1. L'individuazione dei personali bisogni formativi (come coppia di docenti e relativamente al proprio contesto) e gli obiettivi di miglioramento rispetto ad una dimensione/competenza della pratica didattica.
2. La progettazione di un intervento migliorativo, una sorta di sceneggiatura di un percorso didattico, riferita all'obiettivo posto nella fase precedente.
3. La realizzazione di quanto progettato, lo svolgimento cioè della lezione, in presenza di un osservatore e con eventuale ripresa video.
4. L'osservazione e la riflessione individuale sul proprio operato.
5. L'analisi e il confronto in coppia e nel gruppo allargato dell'attività svolta, con indicazioni di regolazione e di miglioramento secondo la logica di una valutazione formativa.

Per svolgere le attività, il gruppo di progetto ha elaborato una articolata sceneggiatura, predisposto materiali di accompagnamento e, per la videoanalisi, ha fatto ricorso a specifici software.

## **Strumenti per l'autovalutazione e la videoanalisi**

Il primo strumento elaborato dal Gruppo di Progetto è stato un prototipo di griglia di osservazione delle competenze IBSE, strumento sia di autovalutazione che di valutazione esterna, utilizzabile direttamente in classe o durante l'analisi dei video prodotti nello svolgimento della lezione.

Il punto di partenza per la costruzione della griglia è stato l'individuazione delle competenze del “docente IBSE” che riportiamo di seguito.

### Le competenze del docente IBSE

1. *Allestire ambienti di apprendimento che sollecitino la curiosità degli studenti su questioni connesse agli obiettivi specifici di apprendimento e alle conoscenze pregresse in modo da stimolare una serie di domande su cui gli studenti possano fare previsioni e svolgere investigazioni. (INNESCO)*
2. *Sostenere gli studenti nel progettare investigazioni attraverso discussioni che chiariscano la domanda o il problema, la determinazione degli elementi da studiare, l'individuazione dei parametri, delle loro misure e delle modalità di raccolta dei dati o, se l'indagine è di tipo osservativo, l'individuazione di cosa osservare. (INVESTIGAZIONE)*
3. *Supportare gli studenti nella conduzione delle investigazioni, mettendo a disposizione materiali e strumenti adatti di cui si siano chiarite le tecniche d'uso, in ambienti e con tempi adeguati e solo se necessario suggerire strategie alternative. (INVESTIGAZIONE)*
4. *Supportare gli studenti nella raccolta dei dati. (EVIDENZE)*
5. *Supportare gli studenti nell'analisi dei risultati in modo che possano trarre valide conclusioni basate su evidenze sperimentali e possano costruire una conoscenza affidabile e significativa. (SPIEGAZIONE)*
6. *Supportare gli studenti nel confronto dei risultati ottenuti con il paradigma scientifico, utilizzando altre fonti quali i libri, internet o scienziati. (VALUTAZIONE)*
7. *Organizzare una fase di argomentazione delle conclusioni a cui gli studenti sono giunti. (COMUNICAZIONE)*
8. *Organizzare le attività in modo che gli studenti siano impegnati sia individualmente che a gruppi avendo ognuno l'opportunità di esplicitare le proprie idee, di ascoltare e discutere quelle degli altri e di accordarsi sulle conclusioni, contribuendo a tutte le fasi del lavoro scientifico. (CONDIVISIONE E SINTESI)*
9. *Promuovere lo svilupparsi di momenti di discussione durante tutto il processo di indagine, tra coppie, nel gruppo o nell'intera classe, regolando il dibattito, favorendo l'acquisizione di un linguaggio più rigoroso e riportando alle idee chiave, quando necessario. (COMUNICAZIONE)*
10. *Seguire gli studenti nella documentazione, facendo in modo che questa comprenda testi, disegni, diagrammi di flusso, grafici, cartelloni, affinché siano consapevoli dei loro progressi e del loro sviluppo cognitivo e linguistico. (Ad ogni livello scolare il quaderno di scienze è utile anche all'insegnante per valutare la natura e lo sviluppo del pensiero dello studente). (SPIEGAZIONE-COMUNICAZIONE)*
11. *Organizzare le attività in modo che gli studenti diventino via via più autonomi in tutte le fasi, acquisendo il metodo di lavoro.*

Si è cercato successivamente di inserire queste competenze all'interno degli elementi chiave e delle fasi dell'approccio IBSE, avendo come modello teorico di riferimento quello pubblicato da INDIRE su ScuolaValore<sup>4</sup> (Fig. 1).

La compilazione di questo elenco e della sua strutturazione ha comportato un notevole impegno, non ancora concluso, in considerazione della complessità della declinazione operativa delle azioni richieste nell'approccio IBSE e della difficoltà del loro inserimento all'interno degli specifici elementi chiave che lo costituiscono e

<sup>4</sup> Anna Pascucci “L’Inquiry Based Science Education – IBSE nella formazione docenti e nella pratica didattica” [http://www.scuolavalore.indire.it/nuove\\_risorse/inquiry-based-science-education-ibse-nella-formazione-docenti-e-nella-pratica-didattica/](http://www.scuolavalore.indire.it/nuove_risorse/inquiry-based-science-education-ibse-nella-formazione-docenti-e-nella-pratica-didattica/).

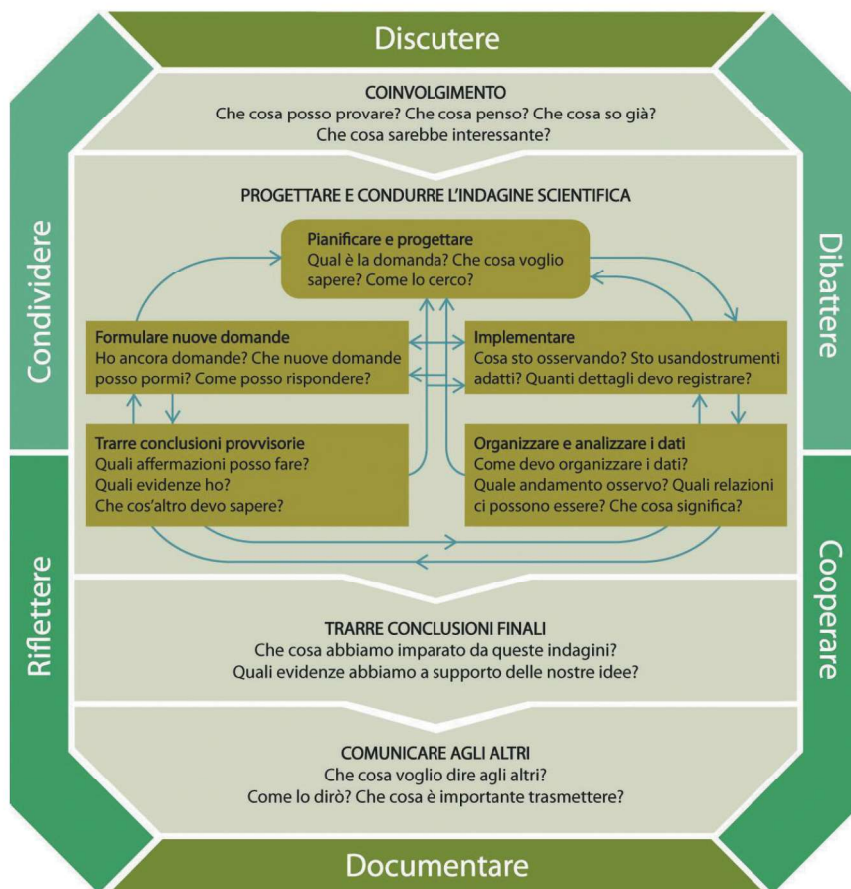


Figura 1. IBSE framework

delle fasi che lo caratterizzano. Una stessa competenza infatti può situarsi all'interno di più fasi, così come in una stessa fase possono essere inserite competenze diverse.

### Struttura della “Griglia di osservazione di un percorso IBSE”

Per organizzare la griglia di osservazione sono stati presi in considerazione i “Domini dell’analisi plurale” di Marguerite Altet, le cui “ricerche studiano il processo di insegnamento-apprendimento realizzato nella pratica didattica come “un processo interattivo situato”. Tale processo rimanda a una singola situazione in seno alla quale interagiscono singoli attori – un insegnante e degli alunni – da analizzare in base a tre livelli interconnessi:

1. L’organizzazione e la gestione della classe (Dominio delle relazioni)
2. L’organizzazione e la gestione dell’insegnamento-apprendimento (Dominio pedagogico e organizzativo)
3. L’organizzazione e la gestione dei saperi (Dominio didattico ed epistemologico)



Ogni Dominio è declinato in varie Dimensioni, ad esempio nel Dominio “L’organizzazione e la gestione della classe” troviamo le dimensioni “Come viene gestito lo spazio?”, “Come viene gestito il tempo?”, “Il docente incoraggia lo scambio di idee?”

In corrispondenza di ciascuna Dimensione abbiamo poi inserito le fasi dell’approccio IBSE e un elenco di indicatori, come si evidenzia nella sezione di griglia qui riportata (Fig. 2).

Dominio della Pratica da Osservare	Dimensione	Fase IBSE	Indicatori Il ruolo dell’insegnante – cosa fa	Indicatori Il ruolo degli studenti – cosa fanno
L’organizzazione e la gestione della classe	Raggruppamento degli alunni	Innesco Investigazione Condivisione e sintesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>L’insegnante organizza la classe in modo che si possa lavorare in gruppi (competenza 8)               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ I banchi sono disposti in modo che i ragazzi si guardino</li> <li>✓ I ragazzi hanno spazio sufficiente per realizzare le attività</li> </ul> </li> <li>alterna momenti di riflessione e produzione individuale con lavori di gruppo (8)               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indica fin dall’inizio le fasi dell’attività individuale o di gruppo</li> </ul> </li> <li>prevede momenti per la discussione delle idee dei ragazzi e per chiarire le domande (9)               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Informa sui momenti dedicati alla discussione e alla formulazione di domande</li> </ul> </li> <li>stabilisce/scandisce i tempi per discutere il problema, acquisire dati, ragionare su cosa è stato fatto/scoperto (8-9)               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Informa sui tempi destinati alle diverse attività. Segnala la conclusione delle singole attività</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gli studenti discutono e concordano cosa fare               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ I membri del gruppo si distribuiscono i compiti</li> </ul> </li> <li>riflettono individualmente, prima di condividere le loro idee nel gruppo</li> <li>scrivono sul quaderno o sulla scheda le loro idee/ipotesi/procedimenti</li> <li>Gli studenti rispettano i tempi assegnati per confrontarsi e discutere nel gruppo sulla domanda</li> </ul>
Dominio Relazioni	Gestione dello spazio e del tempo	Innesco Investigazione		

Figura 2. Sezione della griglia di osservazione dell’approccio IBSE

Gli indicatori<sup>5</sup> sono comportamenti osservabili da rilevare in parallelo, in modo speculare, sia nelle azioni del docente che in quelle degli studenti, considerando l’apprendimento “un processo interattivo situato”. Gli indicatori sono estratti dalle competenze del docente IBSE il cui numero è riportato tra parentesi, mentre in corsivo vengono elencati alcuni esempi che le esplicitano (Fig. 3).

IL RUOLO DELL’INSEGNANTE	IL RUOLO DEGLI STUDENTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>L’insegnante organizza la classe in modo che si possa lavorare in gruppi (competenza 8)               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ I banchi sono disposti in modo che i ragazzi si guardino</li> <li>✓ I ragazzi hanno spazio sufficiente per realizzare le attività</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gli studenti discutono e concordano cosa fare               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ I membri del gruppo si distribuiscono i compiti</li> </ul> </li> </ul>

Figura 3. Dettaglio della griglia riportante i comportamenti osservabili

<sup>5</sup> Gli indicatori sono in gran parte tratti dagli “Strumenti di osservazione” del Progetto Fibonacci nel quale il Centro IBSE di Napoli è stato coinvolto come Centro Pilota negli anni 2010-2013. <http://www.fibonacci-project.eu/>.

## Uso della griglia nel percorso di analisi e videoanalisi

La griglia è stata pensata per essere il punto di riferimento comune e, in qualche misura, oggettivo di tutto il percorso di ricerca. Essa e il suo utilizzo sono abbastanza complessi e sono da considerare non solo come strumento di rilevazione, ma soprattutto come punto di vista, modalità di autoanalisi che deve diventare propria del docente, considerando il lavoro dell'insegnante come un'attività di autoapprendimento continuo, fondata sulla riflessività e supportata da strumenti concettuali in evoluzione che accompagnano il processo "Teoria-Pratica-Teoria".

La griglia è stata usata in tutti le fasi del percorso, sia per preparare le sceneggiature della lezione e del video, sia per l'osservazione attuata in classe sia per l'osservazione del video. Vogliamo sottolineare che osservare in classe e osservare il video della lezione non sono due azioni equivalenti, ma complementari. La prima permette di "sentire" il clima, elemento essenziale, che può guidare l'osservazione e permette di cogliere istanti irripetibili, restituisce "un tutto" che la videoregistrazione non può fissare. Il video può essere invece rivisto più volte, da soli, in gruppo, con i ragazzi, con chi non ha partecipato alla lezione; permette un'osservazione più analitica e forse più oggettiva, evidenzia particolari che spesso possono sfuggire, può essere rallentato e rivisto per focalizzare uno specifico aspetto.

## Principali tappe del percorso di ricerca

Gli incontri in presenza con i docenti della rete e le ricercatrici dell'INDIRE sono serviti per condividere il piano e gli strumenti di lavoro, per individuare coordinate comuni per l'analisi della pratica didattica, in particolare per la videoanalisi, e per avviare le progettazioni, su schede appositamente predisposte. Ogni coppia di docenti della stessa scuola ha indicato l'argomento e la fase dell'IBSE che intendeva analizzare, scelta sulla base dei propri obiettivi di miglioramento e delle competenze da sviluppare (ad es. allestire ambienti di apprendimento che sollecitino la curiosità degli studenti) e ha descritto dettagliatamente la lezione che sarebbe stata sottoposta ad analisi. I docenti coinvolti nella ricerca hanno vissuto come arricchimento la presenza di un osservatore e quasi tutti si sono resi disponibili per la videoripresa in aula. Alcune lezioni sono state seguite e filmate anche dalle ricercatrici dell'INDIRE.

Come strumento di condivisione del lavoro a distanza è stato utilizzato un canale youtube privato sul quale venivano caricati i video prodotti durante gli interventi in classe. Altro supporto informatico utilizzato è stato *Vialogues*<sup>6</sup>, (etimologicamente video e dialoghi), un'applicazione web gratuita e semplice da usare, che permette di sviluppare una discussione a partire da un video, grazie al suo sistema di commenti asincroni e riferibili a un preciso momento del filmato.

---

<sup>6</sup> Vialogues, piattaforma free sviluppata dal Teachers College della Columbia University <https://vialogues.com/>.

Si è fatto ricorso a tali dispositivi per preparare alla visione e alla puntuale analisi di un video, procedura non facile e che richiede un certo allenamento. Dopo aver creato un gruppo chiuso in *Vialogues*, abbiamo messo a disposizione due video di buone pratiche IBSE, scelti tra le risorse de «*La main à la pâte*», aiutando al corretto utilizzo dello strumento. I docenti hanno così potuto esercitarsi nella videoanalisi, utilizzando gli indicatori della griglia di osservazione. Attraverso la video-annotazione hanno individuato e commentato i punti significativi, le azioni di interesse dell'insegnante, i comportamenti degli studenti. Questo allenamento, molto utile come fase preliminare alle videoriprese e all'osservazione reciproca in aula, ha consentito di individuare e scomporre le diverse dimensioni dell'insegnamento-apprendimento: gestione della classe, saperi in gioco, linguaggi, e così via.

Successivamente le coppie di docenti hanno concordato le date delle lezioni in aula dando così avvio alla fase più coinvolgente della ricerca, ma anche la più difficile e impegnativa, osservandosi reciprocamente con il supporto di una scheda di analisi e di domande guida. Muniti di videocamere o di semplici smartphone hanno video-documentato la lezione. Il ruolo dell'osservatore è tutt'altro che semplice in quanto deve tener d'occhio sia il docente che gli studenti e descrivere ciò che vede, cercando, almeno inizialmente, di non interpretare quanto osservato.

Quando ci si accinge a fare una ripresa video è necessario conoscere anticipatamente la strutturazione della lezione, la sequenza dei momenti frontali e dei lavori di gruppo, in modo da disporre nel posto più opportuno la videocamera; proprio in considerazione di tali aspetti, in alcuni casi la ripresa è stata fatta simultaneamente da diverse angolazioni. I docenti hanno curato personalmente l'editing del video (tagli ed eventuali montaggi) che poi hanno condiviso su piattaforma INDIRE.



**Figura 4.** Intervista filmata alle docenti.

Alla filmazione delle lezioni si sono alternate interviste alle docenti e agli studenti coinvolti (Fig. 4). Infatti, come dice M. Altet, “la sola osservazione di ciò che succede in aula non è sufficiente [...]. Per meglio definire la natura della situazione di insegnamento-apprendimento messa in atto, bisogna realizzare un'intervista con l'insegnante per comprendere il senso da lui assegnatole”.

Attraverso il video l'insegnante può accorgersi di una propria criticità (nell'approccio IBSE) e avviare un'azione di miglioramento (Cosa ho visto nel video di cui non mi ero accorto durante la lezione? Come posso essere più efficace?).

Ma non solo: l'incrocio dei dati delle schede dell'osservatore e dell'osservato ha consentito ai docenti di confrontare la percezione di sé (come mi vedo) con ciò che vede l'osservatore e il gruppo di pari, ricevendo in tal modo feedback da punti di vista diversi.

Ora ci si può domandare “...e gli studenti come vivono l’esperienza?” “Molto bene” hanno risposto tutte le insegnanti: si tratta di un’esperienza che invita all’attenzione e alla riflessione e che utilizza strumenti dalle grandi potenzialità, presenti nella vita dei ragazzi, ma ancora poco sfruttati in classe.

Il progetto si è concluso con un seminario di condivisione e riflessione, svoltosi a Firenze nel giugno 2017.

## Conclusioni e prospettive

L’esperienza è stata molto significativa e sta proseguendo nei corsi IBSE di livello avanzato. Si ritiene infatti che i momenti di autoanalisi e di videoanalisi siano altamente formativi e concorrano alla crescita non solo del singolo docente, ma anche dell’intero gruppo e della più vasta comunità dei Centri IBSE. È comunque necessario continuare ad affinare gli strumenti utilizzati e in particolare la griglia di osservazione, così come si dovrà affrontare meglio il tema dei “saperi prodotti”, di quanto cioè i discenti raggiungono in termini di conoscenze, abilità, atteggiamenti.

## La rete di scuole e i docenti partecipanti

ISTITUTO	DOCENTI COINVOLTI
I.C. “2° De Amicis-Diaz” Pozzuoli (NA) (SCUOLA CAPOFILO)	<i>Maria Rosaria Bosco</i> <i>Angela Sebastiano</i>
I.C. “G.Falcone” - Napoli	<i>Loredana Gargiulo</i> <i>Paola De Luca</i>
Liceo Scientifico “A. Genoino” – Cava de’ Tirreni (SA)	<i>Laura Salsano</i>
I.C. “S. Penna” - Battipaglia (SA)	<i>Roberta Bruno</i> <i>Cecilia Marrocco</i>
Scuola secondaria 1° grado “Don Salvatore Vitale” Giugliano (NA)	<i>Annarita Gaudino</i> <i>Yone Iacono</i>
Scuola secondaria 1° grado “Stabiae” Castellammare di Stabia (NA)	<i>Caterina Donnarumma</i> <i>Marianna Chiacchio</i>
I.C. “A.G. Roncalli” Rosà (VI)	<i>Marisa Alberti</i> <i>Roberta Chiurato</i>
I.C. di Marostica (VI)	<i>Angelica Barbaresi</i> <i>Gabriella Baron</i> <i>Elvira Paola Carlotta</i> <i>Mariella Cuman</i> <i>Giuliana Piasente</i>
I.C. di Breganze (VI)	<i>Alessandra Pauletto</i> <i>Elena Zanella</i>

## Bibliografia

- Altet M., ed altri. 2006. *Formare gli insegnanti professionisti*. Armando Editori, Roma
- Goracci, S., De Santis F., & Borgi, R., 2016. *How to tell a teaching practice: from video-experiments to web documentary to increase science teaching*. *Form@Re - Open Journal Per La Formazione In Rete*, 16(1), 116-132. doi:10.13128/formare-18038 <http://www.fupress.net/index.php/formare/article/view/18038>
- Harlen, W., & Allende, J., 2009. *Report of the Working Group on Teacher Professional Development in Pre-Secondary IBSE*. Fundacion para Estudios Biomedicos Avanzados, Facultad de Medicina, University of Chile.
- Schön, D., A., 1983. *The reflective practitioner*. New York: Basic Books (trad. française: *Le praticien réflexif: A la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal: Les Editions Logiques, 1994) (tr. it. *Il professionista riflessivo: per una nuova epistemologia*. Dedalo, Bari, 1993)
- Taking IBSE into Secondary Education* ottobre 2010. Relazione presentata alla InterAcademy Partnership (IAP) Conference, tenutasi a York, UK.

## Sitografia

- “Moscerini sotto inchiesta: un esempio di attività investigativa” <http://repository.indire.it/repository/working/export/6682/#Home>
- Anna Pascucci” *L’Inquiry Based Science Education – IBSE nella formazione docenti e nella pratica didattica*” [http://www.scuolavalore.indire.it/nuove\\_risorse/linquiry-based-science-education-ibse-nella-formazione-docenti-e-nella-pratica-didattica/](http://www.scuolavalore.indire.it/nuove_risorse/linquiry-based-science-education-ibse-nella-formazione-docenti-e-nella-pratica-didattica/)
- Marguerite Altet: *L’analisi plurale* <http://lascuola.it/nuovadidattica/it/home/mappe/1382696387986/1391447295835>
- Rossella Santagata e l’utilizzo dei video nella formazione degli insegnanti (Firenze 16 marzo 2016) <http://www.indire.it/2016/03/16/allindire-una-lezione-su-video-educazione-e-formazione-degli-insegnanti/>
- Rossella Santagata Slide dell’intervento (Firenze 16 marzo 2016) [https://www.slideshare.net/Indire\\_Ricerca/videoeducazione-nuovi-scenari-per-lo-sviluppo-professionale-degli-insegnanti](https://www.slideshare.net/Indire_Ricerca/videoeducazione-nuovi-scenari-per-lo-sviluppo-professionale-degli-insegnanti)

*Let's empower teachers to bring biotechnology into their classrooms through the Amgen Biotech Experience!*

Nulla di diverso del processo del fare Scienza ogni giorno in un laboratorio di ricerca scientifica, ma una vera rivoluzione nell'insegnamento e apprendimento delle Scienze a scuola in Italia! L'ABE è dunque una grande sfida in Italia, ma innescare processi formativi profondi, strumenti di pensiero che cambino in modo significativo e duraturo il modo di guardare il mondo reale e affrontare i problemi non solo in campo scientifico, è un dovere formativo che questa generazione ha nei confronti delle nuove generazioni alle quali affida questo mondo. Per ora le evidenze dell'impatto, sia pure in un contesto pilota, sono chiare. L'ABE non è l'invenzione della nuova, ennesima ruota nell'innovazione didattica, ma si integra in modo coerente con l'esistente, rispondendo ad esigenze reali ed urgenti, affiancando e sostenendo insegnanti e studenti, stimolando la cooperazione tra scuole e la formazione tra pari, aprendo nuovi scenari e visioni di cosa la Scienza è e come essa funziona, e questo motiva certamente gli studenti verso facoltà scientifiche. Una goccia nell'oceano o l'inizio di una grande onda? Vedremo.

The Amgen Biotech Experience (ABE) is an innovative science education program that empowers teachers to bring biotechnology into their classrooms. For nearly 30 years, ABE has empowered, mainly in USA, high school science teachers to implement real-world biotechnology labs in their classrooms to help their students better understand science and how it influences their daily lives. The three-week in-class lab initiative provides teachers with professional development, teaching materials and research-grade equipment to immerse students in the concepts and techniques scientists use to discover and develop medicines. Today, over 80,000 students and more than 1,000 science teachers participate annually in the Amgen Biotech Experience labs to explore the methods scientists use to create biotechnology medicines. To date, the Amgen Foundation has provided hands-on molecular biology curricula to 600,000 students.

“For many years, we have observed how the Amgen Biotech Experience brings science to life for students and teachers. We're excited to build on the program's proven success and bring hands-on science education to even more students, edu-

cators and communities. Inspiring scientific curiosity in students is key to strengthening the science talent pipeline.” (Sean E. Harper, M.D., executive vice president of Research and Development at Amgen).

Results of an independent and rigorous evaluation by WestEd found that ABE students have shown significant and substantial gains in biotechnology learning as well as increased confidence and interest in doing science and biotechnology. Results show that:

- students had a statistically significant increase ( $p < 0.001$ ) and with large effect size of their biotechnology knowledge and skills;
- students averaged a 20 percent increase between pre- and post-test scores;
- 82 percent of students got new ideas about what happens in science labs;
- 72 percent of students got new ideas about what science is;
- 53 percent of students are more interested in learning about science research; and
- 53 percent of students report increased interest in science careers from ABE participation.

Separately, Change the Equation, a coalition working to improve science, technology, engineering and math (STEM) literacy, distinguished ABE with the highest possible ranking in STEMworks, its database of effective STEM education programs. Business leaders, funders and STEM advocates use STEMworks to find proven, scalable programs to help them maximize their impact on STEM education.

“Frankly, we’re not surprised to see gains in learning and interest levels in biotechnology as a result of ABE because we have witnessed the increased excitement, confidence and enjoyment in the classroom,” said *David Offensend*, president and CEO of Education Development Center, which manages the ABE program for the Amgen Foundation. “This program gets students excited about science and helps them imagine themselves in future roles tackling complex diseases and improving human health. We’re excited that our partners will now reach even more young people.”

The ABE program has been launched in 2017 in nine new countries with the leadership of distinguished research institutions and leading education nonprofits: Australia, Canada, China, France, Germany, Hong Kong SAR, Italy, Netherlands and Singapore. This expansion brings the program’s total reach to establish 18 ABE sites around the world.

ABE site Italy, established in 2017, is led by ANISN – National Association of Natural Science Teachers with a strong partnership with the University of Naples “Federico II”. ABE site Italy aims to create a site with systemic, multilevel, and dynamic architecture to train in service high school teachers through ABE professional development workshops, to support them in incorporating ABE labs into their

curriculum developing expertise also in inquiry approach. The partnership is a guarantee of the high quality of the activities based on the deep competences of both scientific and educational field, from the availability of excellent infrastructures and facilities needed and from the consolidated expertise in innovative teachers' training programs on IBSE – Inquiry Based Science Education. ABE site Italy cooperates with the excellence network of ABE sites in the world and more closely with ABE Massachusetts at Harvard University.

The Amgen Biotech Experience is supported by the Amgen Foundation which is on a mission to help more students catch the science bug, by introducing them to the thrill of scientific discovery and the experiences of actual working scientists. “The critical thinking and problem-solving skills student gain from ABE are competencies that will serve them well throughout their lives – whether they are producing medicines in the lab or making informed decisions about healthcare. It’s no surprise that when students become fascinated by science, that enthusiasm can be contagious.”(*Scott Heimlich, Vice President, Amgen Foundation*).

Learn more about ABE by visiting [www.amgenbiotechexperience.com](http://www.amgenbiotechexperience.com)



# L'IBSE dalla scuola dell'infanzia alla primaria

BUZZANCA RENATA

---

## *Dall'IBSE alle competenze: riflessioni e considerazioni nella scuola Primaria*

### **Premessa**

Sono passati ormai quasi sei anni dalla pubblicazione delle Indicazioni Nazionali per il curricolo della Scuola dell'Infanzia e del Primo Ciclo di istruzione. Dapprima accompagnate da anni di sperimentazione e culminate recentemente nel modello nazionale unico della certificazione delle competenze, le Indicazioni Nazionali 2012 sono, allo stato attuale, una delle certezze della scuola italiana. Ormai quasi tutte le istituzioni scolastiche hanno riflettuto, o si apprestano a farlo, sul proprio curricolo, sulle modalità di insegnamento e sugli strumenti didattici, sulla valutazione e gli ambienti di apprendimento. Il dibattito in atto è piuttosto vivo ma, in molti casi, ancora troppo lontano da una vera e propria riforma del sistema, ancor più da una vera riforma del pensiero. Proseguono ancora situazioni di incertezza e una certa riluttanza ad abbandonare modelli di insegnamento più tradizionale, prevalentemente di tipo trasmissivo, in favore di esperienze di innovazione dove sia davvero l'alunno il protagonista del proprio apprendimento. Esperienze che valorizzino maggiormente l'autonomia e la responsabilità degli allievi, come la pratica di attività IBSE. L'articolo vuole essere proprio questo: una riflessione sulle potenzialità e sulla valenza fortemente innovativa dell'Inquiry, che è assolutamente in linea non solo con le Indicazioni Nazionali e la più recente legge "Buona Scuola", ma anche con la Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'UE del 2006 che, presentando le otto competenze chiave per l'apprendimento permanente, funge da riferimento e finalità generale di tutto il processo di istruzione.

### **Dalla sperimentazione del modulo alle Indicazioni Nazionali**

Ho iniziato ad avvicinarmi all'IBSE qualche anno fa, nel Centro Pilota di Milano. Numerosi sono stati, negli anni, i momenti di formazione per docenti sperimentatori e trainers per applicare in classe i cosiddetti moduli corredati dai kit opportunamente studiati, preparati e forniti dalle responsabili del polo. Il primo modulo che sperimentai fu "È un seme o non è un seme?" Non mi fu difficile stendere una sintesi strutturata delle attività svolte in classe, definito più propriamente report, fino a quando le responsabili del Centro Pilota mi chiesero di trasformare quel report

in qualcosa di più: un documento che potesse spiegare la correlazione tra l'attività IBSE sperimentata e le Indicazioni Nazionali. Seppure spaventata all'inizio, non fu complicato stendere quella relazione: vedevo già molto chiaramente le fortissime affinità tra l'Inquiry, la premessa alla disciplina Scienze e i traguardi di competenza da raggiungere al termine della classe quinta.

## Il percorso

Iniziai il modulo proponendo ai bambini un racconto-stimolo che potesse metterli in situazione e potesse aprire all'investigazione. Furono da subito molto coinvolti emotivamente e attivamente: *l'engage* aveva già mosso la loro curiosità e fatto emergere vecchie conoscenze.

A tal proposito, nella premessa, le Indicazioni Nazionali citano espressamente: *"La valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno..."* e, nei traguardi, continuano con *"L'alunno sviluppa atteggiamenti di curiosità e modi di guardare il mondo che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere"*. L'IBSE consente davvero agli studenti di provare a mettersi in gioco e tirar fuori le idee, talvolta non senza fatica; l'importante è incentivare la curiosità che induce una motivazione all'apprendimento e promuovere un clima rassicurante che faccia passare la paura del giudizio e di fare brutta figura; solo così ogni idea assume pari valore. Dopo la risposta individuale e la condivisione in gruppo allargato, siamo passati alla fase sperimentale vera e propria: i bambini hanno ideato l'esperimento, predisposto i materiali, raccolto le osservazioni (Figg. 1-2).



Figura 1. Lavoro di gruppo

Compito per il 29/05

<b>ESPERIMENTO:</b> -MATERIALE UTILIZZATO UNA VASCHETTA, UNA BARCHETTA, E ACQUA E UN PEZZO DI BOTTIGLIA.
<b>PROCEDIMENTO (COSA ABBIAMO FATTO)</b> ABBIAMO RIEMPITO LA VASCHETTA, DOI ABBIAMO APPOGGIATO LA BARCHETTA E ABBIAMO SOMMERSO IL PEZZO DI BOTTIGLIA SOPRA E INFINE ABBIAMO DI NUOVO TOLTO LA BOTTIGLIA
<b>OSSERVAZIONI E RISULTATI DEL MIO GRUPPO (COSA È SUCCESSO):</b> LA NOSTRA IPOTESI ERA SBAGLIATA: LA BARCHETTA NON È AFFONDATA PERCHÉ LA BOTTIGLIA CONTENEVA ARIA E, VISTO CHE CONTENEVA ARIA, L'ACQUA NON HA POTUTO ANDARE SULLA BARCHETTA, E PER QUESTO LA BARCHETTA È TORATA A GALLEGGIARE.
<b>COSA HO IMPARATO:</b> HO IMPARATO CHE L'ARIA PUÒ PROTEGGERE UN OGGETTO DALL'ACQUA.

Figura 2. Foglio di lavoro

Anche le stesse Indicazioni affermano: *“La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, l’imparare dagli errori propri e altrui, l’apertura ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie.”* E sembrano esprimere in ogni passaggio ciò che IBSE si propone di incentivare: attivare le relazioni e, contemporaneamente, la necessità di trovare un linguaggio comune e di condividere significati. L’IBSE obbliga gli alunni a ragionare e, nel piccolo gruppo, a praticare abilità sociali quali ascoltare attentamente, parlare e sforzarsi di tenere in considerazione tutti gli apporti, contribuire con le proprie idee, capire e farsi capire, formulare e rielaborare le frasi e le informazioni in modo comprensibile anche per gli altri, ma soprattutto raggiungere un accordo mediante il consenso. Sono queste tutte abilità che favoriscono la promozione e un graduale sviluppo delle competenze chiave, cosiddette *life skills*, raccomandate dal Parlamento Europeo. E che ci obbliga, oggi più che mai, a dare maggior valore alla valutazione del processo piuttosto che alla sola valutazione delle conoscenze. Più volte ho sentito obiettare circa la scarsa attenzione di IBSE per i contenuti e le competenze disciplinari in senso più stretto: personalmente, mi sento di discordare. Infatti, se ciò può sembrare apparentemente veritiero, si corre il rischio di dimenticare che è molto più importante stimolare nei nostri alunni una visione generale della conoscenza, per avere ben chiari i principi e le relazioni tra le discipline, piuttosto che un sapere disorganico. È necessario che la Scuola Primaria, e ancor prima quella dell’Infanzia, incoraggino e intraprendano questa direzione il prima possibile. Anche la stessa premessa chiede di orientarsi verso l’integrazione dei saperi e l’interdisciplinarietà quando afferma: *“Con lo sviluppo dei linguaggi e delle capacità di comunicazione, i ragazzi dovrebbero saper descrivere la loro attività di ricerca in testi di vario tipo (racconti orali, testi scritti, immagini, disegni, schemi, mappe, tabelle, grafici, ecc.) sintetizzando il problema affrontato, l’esperimento progettato, la sua realizzazione e i suoi risultati, le difficoltà incontrate, le scelte adottate, le risposte individuate.”* Credo che sia questa, più di ogni altra affermazione, l’essenza stessa dell’insegnamento: far passare il messaggio agli alunni che conoscenza e sapere non sono qualcosa di frammentario, come la divisione in discipline ci ha sempre obbligato a fare, ma sono, invece, qualcosa di generalizzato e fortemente organizzato.

## **Bibliografia**

Indicazioni Nazionali per il curriculum della Scuola dell’Infanzia e del Primo Ciclo di istruzione 2012.

MARIA FELICIA GESUALDI, ROSANNA MUSOLINO,  
INES RUSSO - POLO SID BASILICATA

---

## *L'Ape regina e gli oggetti che affondano o galleggiano - L'IBSE per l'inclusione*

**Livello scolastico:** Scuola primaria classe II

### **Introduzione**

In una classe seconda di Scuola Primaria, la sperimentazione del modulo “*Affonda o galleggia*” diventa un efficace momento di inclusione per un'alunna disabile e di confronto per gli altri: è l'occasione per lavorare in gruppo e sperimentare, per scoprirsi tutti uguali di fronte al nuovo.

L'insegnante l'ha posta al centro del gruppo denominato Le Api e in cui l'alunna è l'Ape Regina e capogruppo. Questa modalità di lavoro all'interno del piccolo gruppo, permette un coinvolgimento attivo degli alunni e consente all'alunna in questione, affetta da disturbi dello spettro autistico, di relazionarsi alla pari con i compagni. In tal modo le si dà la possibilità di superare le particolari difficoltà che mostra nelle aree relative all'interazione sociale reciproca, all'abilità di comunicare idee e alla capacità di stabilire relazioni con gli altri.

L'esito di questa sperimentazione è sorprendente: la piccola alunna partecipa con entusiasmo e interesse sempre crescenti, i compagni del gruppo scoprono un nuovo modo di condividere idee, discutere e comunicare con lei.

### **Attività del modulo *Affonda o Galleggia***

L'attività offre l'opportunità di studiare le condizioni che permettono ad un corpo di galleggiare o di affondare quando viene immerso in un liquido.

**Tempo di realizzazione:** 6 ore

## Competenza disciplinare

L'alunno esplora i fenomeni con un approccio scientifico: con l'aiuto dell'insegnante, dei compagni, osserva e descrive lo svolgersi dei fatti e formula domande.

## Competenze sociali

Partecipare all'attività di gruppo rispettando ruoli, tempi e compiti.  
Mantenere la giusta concentrazione per il tempo richiesto.

## Obiettivi

- Osservare e descrivere i diversi comportamenti degli oggetti immersi nell'acqua
- Comprendere il significato della parola AFFONDA
- Comprendere il significato della parola GALLEGGIA
- Arricchire il vocabolario
- Saper ascoltare gli altri

## Materiali

Una vasca larga, profonda e trasparente piena per metà d'acqua; piccoli oggetti di vari materiali: una vite, un pezzo di candela, un sassolino di argilla espansa, un pezzo di spugna, una ventosa, un legnetto, un pezzo di sughero, un sasso, una grafetta, un pezzo di polistirolo, una bottiglia di plastica vuota e chiusa con il tappo.

## Descrizione dell'attività

L'utilizzo della metodologia IBSE e la suddivisione in piccoli gruppi offre all'insegnante di sostegno una buona opportunità di inclusione per una bambina affetta da disturbi dello spettro autistico. Questa viene inserita in un gruppo di alunni denominato *Le Api* in cui lei è capogruppo e rappresenta l'Ape Regina.

La fase di *engage* per l'alunna è differente e parte dall'osservazione e accertamento della conoscenza del concetto affonda o galleggia attraverso l'esperienza diretta con i materiali utilizzati poi per la fase della sperimentazione.

Si sceglie di utilizzare una Comunicazione totale che prevede vocaboli conosciuti dall'alunna uniti all'utilizzo di diversi linguaggi (mimico-gestuale e iconografico) per garantirle la piena comprensione dell'attività che si andrà a svolgere.

Per creare la condizione favorevole per un'osservazione attenta e coinvolgente, si dispone il gruppo intorno al banco su cui si pone la vasca e, dopo che l'insegnante della classe ha svolto la sua fase di *engage* e formulato la domanda produttiva di partenza, l'insegnante di sostegno comincia e fa osservare al gruppo *Le Api* la vaschetta piena d'acqua e gli oggetti a loro disposizione. Un ulteriore supporto visivo viene dato dall'etichettatura sulle facce della vasca: A (Affonda) sotto il livello dell'acqua e G (Galleggia) sopra il livello dell'acqua (Fig. 1).



Figura 1. A (Affonda), G (Galleggia)

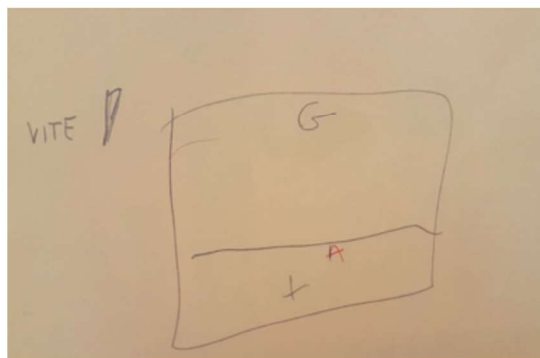


Figura 2. Oggetti

A questo punto, l'insegnante chiede agli alunni di inserire soltanto due oggetti uno che pensano possa affondare e l'altro galleggiare, osservandoli, l'alunna identifica l'oggetto indicando quello che sta su e quello che sta giù, essendo i termini affonda e galleggia a lei sconosciuti.

Nella fase di sperimentazione ogni componente del gruppo, a turno, e considerando un oggetto alla volta, avanza le proprie ipotesi e le verifica, immergendo e osservando il comportamento degli oggetti in acqua. Anche l'alunna viene sollecitata ad effettuare le sue previsioni, disegnando su un foglio giallo la vaschetta con l'oggetto posizionato su o giù rispetto al livello dell'acqua (Fig. 2). Stimolata da questa nuova situazione sperimentale, si mostra elettrizzata e super-partecipe ma non sempre riesce a rispettare il proprio turno.

La difficoltà di gestione comportamentale implica nelle prime fasi della sperimentazione l'intervento dell'insegnante, che regola i turni di parola e inibisce l'irruenza gestuale e verbale dell'alunna.

Inoltre, dopo un po', la bambina ascoltando i compagni, fa sua anche la nuova terminologia.

Gli alunni raccolgono i dati in una tabella, disegnando la vaschetta con l'oggetto contrassegnato con la X, registrato sopra o sotto il livello dell'acqua e riportano le loro osservazioni (Fig. 3).







GRUPPO "LE ARI"		
	SUGHERO	GALLEGGIA
	SACCO	AFFONDA
	FOGLIO	GALLEGGIA
	CANDIA	GALLEGGIA
	VITE	AFFONDA
	CORTE	GALLEGGIA
	CANDIA	GALLEGGIA
	CANDIA	GALLEGGIA
	CANDIA	GALLEGGIA
	CANDIA	GALLEGGIA

Figura 3. Tabella costruita dagli alunni

Quindi discutono e condividono le esperienze svolte, anche l'alunna interagisce con loro e risponde correttamente con la nuova terminologia appresa alla domanda: Cosa fa? Affonda o galleggia?

Successivamente è l'Ape Regina che sorprende i compagni, è lei a formulare una nuova domanda investigabile e lo fa a modo suo: chiede loro di inserire gli oggetti anziché nella vaschetta, che è grande, in un bicchiere che è più piccolo ed è lei stessa a fare la domanda: affonda o galleggia? Anche questa volta il comportamento degli oggetti immersi è lo stesso quindi non dipende dalla grandezza della vaschetta.

## Conclusioni

Da questa sperimentazione si evince che l'utilizzo della metodologia IBSE si è rivelata molto efficace, anche in una situazione di disabilità cognitiva. Attraverso i metodi che sono propri dell'investigazione e che hanno stimolato i processi cognitivi messi in moto, per l'alunna è stata possibile l'acquisizione di nuovi apprendimenti; inoltre si sono favoriti aspetti di metacognizione attraverso l'uso del disegno e si sono sviluppate competenze linguistiche.

Da non sottovalutare l'aspetto sociale: sperimentare nuovi apprendimenti relativi alle regole comportamentali di contesto, alle emozioni e alla comunicazione, ha spinto l'alunna verso un crescente interesse, verso un livello di lavoro più autonomo, verso l'elemento davvero importante e spesso trascurato ai fini di una buona integrazione, che è la ricerca della presenza dei coetanei.

Naturalmente non sempre le fasi del percorso (previsioni, ipotesi, riflessioni) sono tarate per la disabilità intellettiva, quindi si richiedono degli adattamenti, sia nei materiali che nelle procedure. L'IBSE può svolgere un ruolo fondamentale per una educazione scientifica davvero inclusiva, e questa esperienza ne è un esempio.

MARIA KAMPEZA, ISABELLA MARINI,  
KOSTANTINOS RAVANIS, VANNA SERANI

---

## *Giochiamo con le calamite*

*Introduzione al magnetismo nella scuola dell'infanzia*

**Livello scolastico:** materna, primaria (4-7 anni).

### **Introduzione**

Dalla manipolazione delle calamite i bambini arrivano a scoprire alcune delle loro proprietà (attrazione-repulsione). Il percorso parte dall'osservazione delle piccole calamite che si usano in casa e dalla loro capacità di interagire o non interagire con vari oggetti; in seguito, tramite una serie di attività ludiche, utilizzando magneti e materiali particolari scoprono che l'attrazione avviene anche se l'oggetto è coperto da sabbia e/o se è immerso in acqua quindi l'attrazione può essere sfruttata per muovere degli oggetti. Dopo la fase di osservazione e manipolazione i bambini saranno invitati a disegnare, descrivere e discutere e attraverso un confronto verranno raggiunte conclusioni accettate dal gruppo e compatibili con il modello scientifico.

**Tempo di realizzazione:** 10-12 ore

### **Riferimento alle Indicazioni nazionali per il Curricolo (2012)- Scuola dell'infanzia**

*I bambini elaborano la prima “organizzazione fisica” del mondo esterno attraverso attività concrete che portano la loro attenzione sui diversi aspetti della realtà. Toccando, smontando, costruendo e ricostruendo, affinando i propri gesti, i bambini individuano qualità e proprietà degli oggetti e dei materiali, ne immaginano la struttura e sanno assemblarli in varie costruzioni; riconoscono e danno un nome alle proprietà individuate, si accorgono delle loro eventuali trasformazioni. Cercano di capire come sono fatti e come funzionano macchine e meccanismi che fanno parte della loro esperienza, cercando di capire anche quello che non si vede direttamente: le stesse trasformazioni della materia possono essere intuite in base a elementari modelli di strutture “invisibili”.*



## Traguardi per lo sviluppo della competenza

*Il bambino raggruppa e ordina oggetti e materiali secondo criteri diversi, ne identifica alcune proprietà, confronta e valuta quantità; utilizza simboli per registrarle; esegue misurazioni usando strumenti alla sua portata.*

*Osserva con attenzione i fenomeni naturali, accorgendosi dei loro cambiamenti.*

*Si interessa a macchine e strumenti tecnologici, sa scoprirne le funzioni e i possibili usi.*

*Individua le posizioni di oggetti e persone nello spazio, usando termini come avanti/dietro, sopra/sotto, destra/sinistra, ecc.; segue correttamente un percorso sulla base di indicazioni verbali.*

Questo percorso *inquiry* (Léna P. 2009) ha come focus lo studio e la comprensione di alcune proprietà magnetiche elementari nell'ambito delle prime conoscenze fisiche dei bambini della scuola materna. I materiali dotati di magnetismo hanno caratteristiche particolari rispetto a quelli comuni, infatti le forze di attrazione esercitate a distanza dai magneti su materiali non magnetici, le reciproche forze attrattive o repulsive che non hanno bisogno di contatto possono apparire magiche ai bambini ed innescano immediatamente l'idea di gioco e creano un contesto educativo coinvolgente. Dal punto di vista cognitivo la progettazione delle attività parte dall'idea che i bambini costruiscono la conoscenza attraverso i sensi, con la consapevolezza che questa è una condizione necessaria ma non sufficiente se non integrata con l'interazione diretta con i materiali, i fenomeni ed i processi, così come indicato da Piaget (1967); questi sono gli elementi essenziali alla base della progettazione *inquiry* (Ravanis K. 1994):

- a) le domande-stimolo e le attività tendono a massimizzare l'iniziativa personale, libera ed autonoma dei bambini tenendo conto del loro sviluppo intellettuale generale;
- b) il contesto ludico è alla base di tutte le attività;
- c) in genere si parte con un gioco individuale che non richiede collaborazione tra pari per poi incoraggiare l'interazione tra i bambini;
- d) la scelta e la disponibilità dei materiali, che il docente selezionerà e metterà a disposizione senza mostrarne la modalità d'uso, sono essenziali per creare l'ambiente di apprendimento;
- e) il docente segue ciò che i bambini pensano, li guida sapientemente se sono in difficoltà e li incoraggia e li gratifica ogni volta che raggiungono un risultato desiderato;
- f) il docente lascia liberi i bambini di ripetere la procedura per riottenere lo stesso risultato; questo rinforza la loro motivazione, potenzia il loro sviluppo cognitivo grazie all'operatività per *fasi ordinate* inoltre consente la scoperta delle regolarità e la possibilità di stabilire nessi causali;
- g) il docente, regista del processo di acquisizione della conoscenza, incoraggia la riflessione dei bambini su quanto osservato e su quanto fatto.

Al termine del percorso ci aspettiamo che i bambini:

- a) scoprano le forze attrattive esercitate dai magneti su alcuni materiali;
- b) distinguano materiali che risentono delle forze magnetiche da quelli che non lo sono;
- c) scoprano le mutue forze attrattive e repulsive dei magneti;
- d) arricchiscano le competenze linguistiche attraverso l'interazione e l'argomentazione (Dockrell *et al.* 2007).

Il percorso è stato progettato e sperimentato nell'ambito del progetto Erasmus+ K2 TEST (Teaching Experimentation in Science and Technology) e del programma SID, uno dei docenti sperimentatori ha collegato le attività del percorso con un unico sfondo narrativo per motivare maggiormente i bambini. In particolare ha introdotto un personaggio di fantasia inventato ad hoc: il Signor C. La presenza del Signor C. si rivelava, durante lo svolgersi delle attività sperimentali, grazie al ritrovamento di messaggi e di materiali utili per le varie fasi del percorso; i messaggi del Signor C. introducevano, con una domanda e richieste varie, le attività previste. Questa presenza misteriosa e fantastica ha incuriosito e coinvolto maggiormente i bambini.

## Attività 1

### Scopriamo oggetti che attraggono altri oggetti

#### *Obiettivo specifico*

Scoprire la calamita: alcuni oggetti sono attratti da altri in base a determinate caratteristiche.

#### *Materiali*

Tappi, fermagli per fogli, bottoni, piccole calamite colorate, palline, matite...



Figura 1.

#### *Procedura*

In una scatola sono presenti vari oggetti tra cui alcune piccole calamite, Fig. 1

*Domanda: dobbiamo mettere in ordine questi oggetti, come fare?*

I bambini manipolano gli oggetti, li osservano. Il docente apre un dialogo e chiede il nome degli oggetti, la descrizione di alcune caratteristiche (colore, se sono freddi, a cosa potrebbero servire, di quale materiale sono costituiti)... finché, casualmente, i bambini scoprono che alcuni piccoli oggetti attraggono altri oggetti. Alla fine gli oggetti saranno classificati e, su un cartellone, saranno disegnati insieme e sottoinsiemi (per esempio l'insieme universo suddiviso in oggetti che attraggono e oggetti che non attraggono, quest'ultimi suddivisi in oggetti che vengono attratti e oggetti che non vengono attratti).

## Attività 2

### Dove si attacca la calamita?

#### *Obiettivo specifico*

Identificare gli oggetti e i materiali attratti da una calamita.

#### *Materiali*

Magneti

#### *Procedura*

A ciascun bambino viene consegnata una calamita e si chiede di trovare all'interno dell'aula i punti in cui viene attratta e resta attaccata. Alla fine della ricerca il docente stila un elenco dei punti individuati dai bambini, che probabilmente nella classe non saranno molti; poi guiderà una discussione invitando i bambini ad osservare che i punti o gli oggetti a cui si attaccano le calamite sono di metallo, ma un metallo particolare, il ferro.

*Domanda: vogliamo allestire una mostra dei vostri disegni in classe come fare? Cosa si potrebbe usare per appendere ed esibire i disegni?*

Le risposte potrebbero essere varie, il docente cercherà di indirizzare la conversazione verso l'utilizzo dei magneti per attaccare i disegni; in classe si saranno preparate aste di legno e pannelli metallici.

Si consegna ad ogni bambino un magnete e lo si invita a trovare nella classe le superfici su cui il suo disegno può essere posizionato e bloccato per la mostra. Dopo vari tentativi alla fine ogni bambino troverà un posto al suo disegno.

## Attività 3

### Puliamo un laghetto con una canna da pesca

#### *Obiettivi specifici*

- Classificare oggetti
- Scoprire la relazione fra: attrazione e distanza, attrazione e peso dell'oggetto
- Scoprire che la forza di attrazione varia da calamita a calamita

#### *Materiali*

Canne, filo, calamite, oggetti diversi, di diverse dimensioni e realizzati in diversi materiali (per esempio: viti di ottone, acciaio e ferro; cucchiai di legno, plastica e acciaio).

#### *Procedura*

Il docente sistema gli oggetti all'interno di un grande cerchio individuato o disegnato sul pavimento (si potrebbero mettere oggetti metallici grossi in modo che le

canne non siano capaci di sollevarli ma solo di spostarli; si potrebbe preparare una canna con un magnete più grosso capace di attirare anche l'oggetto più grande), monta la "canna da pesca" attaccando un magnete al posto dell'amo ed indica ai bambini le regole di comportamento.

*Domanda: dobbiamo far pulizia e raccogliere nel minor tempo possibile più oggetti senza toccarli con le mani, come fare?*

Mentre i bambini, dopo aver spiegato quello che pensano di fare, iniziano ad operare il docente pone altre domande.

*Quali oggetti potete catturare?*

*Da quale distanza potete prendere l'oggetto?*

*Perché non riuscite a prendere l'oggetto grosso?*

Alla fine del gioco il docente invita i bambini a riflettere sui risultati ottenuti.

*Domanda: Perché alcuni oggetti non sono stati raccolti?*

#### **Attività 4**

#### **Una pesca a sorpresa: costruzione di un transetto per ricercare oggetti nascosti**

*Obiettivo specifico*

Scoprire altre proprietà di un magnete

*Materiali*

Canne con calamite, fermagli di ferro, sabbia; contenitore basso e largo per l'acqua.

*Procedura*

Gli oggetti da scoprire saranno disposti all'interno di un grande cerchio costruito sul pavimento o in un ampio contenitore e nascosti dalla sabbia o altro materiale, Fig. 2.



**Figura 2.**

*Domanda: sotto la sabbia sono nascosti dei piccoli oggetti di ferro come posso trovarli senza sporcarmi le mani?*

I bambini formuleranno varie ipotesi, per esempio soffiare sopra la sabbia, usare le canne da pesca delle esperienze precedenti oppure dichiarare che la presenza della sabbia impedirà alle canne da pesca di funzionare.

Dopo aver scritto i risultati della discussione, il docente lascia i bambini liberi di provare.

Se la superficie è abbastanza ampia, è opportuno suddividerla in quadrati ed assegnare ogni quadrato ad un gruppo di bambini.

Alla fine i bambini scopriranno che gli oggetti di ferro vengono attratti anche se nascosti, ed arriveranno alla conclusione che la forza di attrazione delle calamite si esercita anche attraverso lo strato di sabbia.

*Domanda: se gli oggetti fossero immersi in acqua verrebbero attratti?*

Il docente ascolta le idee dei bambini e poi si procede nello stesso modo dopo aver posizionato gli oggetti di ferro in un contenitore contenente acqua.

## **Attività 5**

### **Gli aerei che si muovono nel cielo azzurro**

*Obiettivo specifico*

Scoprire il potere di attrazione di un magnete

*Materiali*

Calamite rettangolari e a bottone, modellino di aereo in ferro, cartone per il pannello.

*Procedura*

Il docente prepara un pannello che riproduca un cielo azzurro; poi nasconde dietro al pannello un bambino con una calamita e mette sulla parte opposta del pannello un modellino di aereo nel punto in cui il bambino ha la calamita. Senza che gli altri alunni vedano, il bambino comincia a muovere lentamente la calamita in modo da far “volare” l’aereo nel cielo azzurro.

*Domanda: perché l’aereo si muove?*

Dopo aver realizzato le attività precedenti i bambini dovrebbero sospettare che ci sia qualcuno nascosto che muove una calamita e che “pilota” l’aereo perché la calamita esercita la propria attrazione anche attraverso il cartone del pannello.

La stessa esperienza può essere svolta simulando il volo di una farfalla su un prato di fiori.

## **Attività 6**

### **Una pista sorprendente**

*Obiettivo specifico*

Applicare i concetti acquisiti in contesti diversi

### *Materiali*

Calamite rettangolari e a bottone, macchinine, pennarelli, foglio da disegno grande, bastoncini di legno, colla, nastro biadesivo.

### *Procedura*

L'esperienza è simile alla precedente quindi il docente potrà scegliere o meno di realizzarla.

Il docente predispone la riproduzione di una mappa con strade in parte incrociate e vi posiziona delle macchinine in plastica con una piccola calamita incollata sotto; i bambini sono ignari della presenza di questa calamita. Tra i materiali a disposizione dei bambini saranno presenti anche dei bastoncini con una calamita incollata ad un'estremità che serviranno per far muovere le macchinine. La mappa stradale andrà posizionata su un tavolino in modo da poter utilizzare sotto i bastoncini calamitati.

*Domanda: dobbiamo far muovere le macchinine lungo la pista senza toccarle, come fare?*

Il docente invita i bambini ad esporre le proprie idee: alcuni potrebbero suggerire di "soffiare" con forza, altri potrebbero cercare tra gli oggetti a disposizione delle calamite, altri dichiarare i propri dubbi perché le macchinine sono di plastica. Il docente invita i bambini a provare, eventualmente dopo aver richiamato la loro attenzione sui bastoncini calamitati. Dopo alcuni tentativi gli alunni vedranno con sorpresa che usando i bastoncini calamitati le macchinine in plastica si muovono e scopriranno che sotto è stata incollata una calamita.

## **Attività 7**

### **L'ape vuole il suo nettare**

#### *Obiettivi specifici*

- Scoprire le mutue forze attrattive e repulsive dei magneti
- Riflettere e fare delle scelte

#### *Materiali*

Calamite tonde, fermagli, filo, cartoncini colorati e carta per i fiori.

#### *Procedura*

Il docente realizza dei fiori di cartoncino colorati, prepara i pistilli in modo che ci siano 3 tipi di fiori:

- pistilli in cui la velina nasconde al centro una calamita con il polo positivo colorato di rosso rivolto all'esterno;
- pistilli in cui la velina nasconde al centro una calamita con il polo positivo colorato di rosso rivolto all'interno;
- pistilli in cui la velina nasconde al centro solo del cotone o bottoni di plastica.



**Figura 3.**

Prima di realizzare i fiori colorare il polo rosso e il polo blu di ciascuna calamita. Disporre i fiori su cartoncino verde per simulare un prato fiorito; preparare delle piccole api attaccate ad un filo mettendo una piccola calamita attaccata all'interno del torace con il polo rosso rivolto verso l'esterno. Sospendere le api alle canne da pesca e farle passare vicino ai fiori, Fig. 3.

*Domanda: l'ape attira sempre il nettare?*

Il docente invita i bambini a riflettere sui risultati ottenuti; poi registra tutte le risposte e sottolinea i tre diver-

si comportamenti osservati: l'ape attrae il nettare, l'ape ruota intorno al fiore ma non riesce ad avvicinarsi al fiore, l'ape si ferma sul fiore ma non prende il nettare.

*Domanda: perché l'ape ha un comportamento diverso quando si avvicina ai fiori?*

I bambini formuleranno varie ipotesi, quelli più intuitivi diranno che i fiori che non attiravano l'ape non hanno la calamita, ma tutti saranno sorpresi dal fatto che i fiori con la calamita possono attirare o respingere l'ape. La presenza delle mutue forze attrattive e repulsive dei magneti sarà oggetto dell'attività successiva.

## **Attività 8**

### **Divertiamoci con il geomag**

#### *Obiettivo specifico*

Scoprire le mutue forze attrattive e repulsive dei magneti

#### *Materiali*

Pezzetti di geomag, cartone pennarelli, nastri di due colori.

#### *Procedura*

Il docente consegna a ciascun alunno due pezzetti di geomag dopo aver colorato i poli delle asticelle uno rosso e uno blu (nel predisporre le calamite controllare che i poli colorati con lo stesso colore si respingano); poi fa giocare liberamente i bambini con i due pezzetti e registra le loro osservazioni.

I bambini vedranno che le due asticelle sono calamite, ma non sempre si attraggono, a volte, in base a quali estremi si avvicinano, si respingono, Fig. 4.

*Domanda: le due calamite si comportano come i fiori e le api?*

Il docente invita i bambini a riflettere su quanto osservato ed a confrontare le loro idee per arrivare alla conclusione che ogni calamita ha due “poli” identificati da colori diversi; se si avvicinano due poli dello stesso colore si osserva una repulsione, se si avvicinano due poli di colore diverso si osserva un’attrazione.



**Figura 4.**

Per consolidare l’idea delle mutue forze attrattive e repulsive dei magneti il docente può proporre altre attività, per esempio fa realizzare ai bambini delle calamite di cartone con i due poli di colori diversi e chiede loro di avvicinarle per simulare l’attrazione o la repulsione.

Come ultimo gioco, che potrebbe anche essere utilizzato come verifica, il docente propone una drammatizzazione in cui i bambini impersonano delle calamite; i loro polsi saranno i poli della calamita, identificati da un nastrino rosso e uno giallo; i nastri di diverso colore saranno posizionati indifferentemente al polso destro o sinistro. A questo punto il docente invita i bambini a prendersi per mano per fare un girotondo. I bambini, per favorire le forze attrattive ed evitare le repulsive, dovranno posizionarsi in modo opportuno, qualcuno anche di spalle.

## **Bibliografia**

- 1) Dockrell J.E., Braisby N., Best R.,M., 2007. Children’s acquisition of science terms: Simple exposure is insufficient. *Learning and Instruction*, 17(6): 577
- 2) Léna P., 2009. Europe Rethinks Education. *Science*, 326(5952): 501
- 3) Piaget J., 1967. *The Psychology of Intelligence* (London, Routledge and Kegan Paul)
- 4) Ravanis, K., 1994. The discovery of elementary magnetic properties in pre-school age, *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2): 79



# L'IBSE dalla primaria alla secondaria di I°

SABINA LUCHINI E GIULIA FORNI

---

## *Che caldo... Che freddo...*

**Livello scolastico:** Scuola secondaria di primo grado (primo biennio)

**Tempo di realizzazione:** 5 ore

### 1. Sintesi del percorso

Tutti i giorni ci imbattiamo nella parola “energia”: abbiamo bisogno di energia per vivere, per lavorare, per far muovere oggetti, per riscaldare. Il percorso che proponiamo è centrato su temi di termologia, argomento molto vicino all’esperienza quotidiana, ma anche tanto scivoloso per la grande quantità di errori concettuali e misconcezioni che si rilevano anche in adulti acculturati.

Prova ne sia che solo nel 1700 Joseph Black (1728-1799) giunse a una chiara e inequivocabile distinzione tra il concetto di temperatura e quello di quantità di calore, intesa come grandezza fisica misurabile e che ancora oggi, a distanza di tre secoli, molti, studenti e non, confondono.

Le osservazioni e le misure sul mondo che ci circonda portano alla constatazione che, in assenza di interventi esterni, tutti gli oggetti presenti in un dato ambiente tendono a raggiungere la stessa temperatura dell’ambiente stesso. Da sempre l’umanità, per mantenere e migliorare le proprie condizioni di vita, deve industriarsi per contrastare questa tendenza, aumentando o diminuendo la temperatura in spazi delimitati e conservandola finché è necessario. Questo naturalmente ha un costo, in termini di sforzi e di risorse consumate e perciò è necessario imparare a distinguere tra necessità ragionevoli e sprechi inutili, individuando i modi migliori per soddisfare le prime ed eliminare i secondi.

Obiettivo<sup>1</sup> del percorso è quello di far acquisire i concetti classici della termo-



---

<sup>1</sup> Obiettivi didattici: 1.Effettuare semplici previsioni e verificarle. 2.Sviluppare la capacità di osservare e mettere in relazione fatti e fenomeni 3.Sviluppare la capacità di formulare ipotesi non solo per spiegare fatti e fenomeni, ma anche per organizzare attività laboratoriali. 4. Riconoscere nell’esperienza quotidiana la relazione con i contenuti appresi nel percorso. 5.Inquadrare gradualmente concetti e grandezze fisiche essenziali per individuare lo stato e le trasformazioni dei corpi e dei sistemi: calore, temperatura, capacità termica, calore specifico. 6.Usare materiali (isolanti, conduttori del calore, ecc.), attrezzature (sorgenti di calore, contenitori isolati e non), strumenti di misura (termometri, orologi). 7. Individuare e usare gli strumenti matematici concettuali (relazioni di proporzionalità

logia e di allacciarli al tema centrale dell'energia attraverso questioni concrete, vicine all'esperienza quotidiana dei ragazzi con un collegamento, il più possibile immediato ed evidente, al problema del risparmio energetico. Il percorso è articolato in una fase di *engage* per incuriosire e motivare gli alunni cui seguono quattro attività.

– Nella prima attività si chiede agli alunni di ordinare dal più caldo al più freddo oggetti di materiali diversi e poi di verificarne la temperatura misurandola con il termometro. Gli alunni si rendono così conto che i nostri sensi talvolta ci possono ingannare ed iniziano a supporre che tutti gli oggetti, lasciati per un certo tempo in un ambiente a temperatura costante, se non hanno una propria fonte di calore, si portano a questa stessa temperatura.

– Con la seconda attività i ragazzi riflettono sul fatto che il nostro sistema nervoso non solo ci trasmette delle sensazioni, ma le elabora confrontandole con sensazioni precedenti o comunque familiari ed acquisiscono il concetto che la sensazione di caldo o di freddo dipende dall'acquisto o perdita di calore da parte della nostra pelle.

– Nella terza attività si registra la diversa velocità di fusione di uguali cubetti di ghiaccio in situazioni di diverso isolamento termico utilizzando gli stessi materiali della prima attività. Si introduce così l'idea che il passaggio di energia termica non avviene con la stessa velocità in tutti i materiali.

– Nella quarta attività si chiede agli alunni di progettare, utilizzando i materiali a disposizione, un metodo per ritardare il raffreddamento di una certa quantità di acqua calda, di misurare il cambiamento di temperatura della stessa e di costruire dei grafici con i dati raccolti. Utilizzando lo studio di tali grafici sarà facile porre l'accento su questioni legate al risparmio energetico.

Alcuni materiali a completamento del percorso sono allegati all'articolo online sul sito (ulteriori attività, schede per gli alunni, verifica finale).

## 2. Descrizione del percorso<sup>2</sup>

### *Fase di orientamento - Engage*

Per incuriosire gli alunni ed introdurre l'argomento si può leggere la filastrocca di Gianni Rodari e porre quindi agli alunni domande del tipo: *Secondo voi una casa di*

.....  
dirette e inverse, relazioni lineari, semplici grafici), calcolatrici e computer per raccogliere, elaborare, visualizzare i risultati delle misure e per la formalizzazione essenziale dei contenuti.

<sup>2</sup> Nell'anno scolastico 2016-17, il percorso è stato presentato come "messa in situazione" nel Polo di Napoli dalle autrici. Negli anni scolastici 2016-17 e 2017-18 è stato sperimentato in classe dalla prof. Sabina Luchini.

Sul sito di LAMAP all'indirizzo <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/48799/sensation-de-chaudfroid> si trova un percorso in parte simile nella parte iniziale che solo in fase di elaborazione di questo articolo è stato consultato.



*ghiaccio protegge dal freddo? Che differenza di temperatura c'è tra case costruite con differenti materiali? Quali materiali sono più adatti per costruire case calde? Quali materiali sono più adatti per costruire case fresche? Quali tessuti si usano d'inverno per i nostri abiti? E quali d'estate?*

Facendo discutere liberamente gli alunni emergono molte misconcezioni tra le quali: *Una panchina di ferro è più fredda di una di legno. In inverno ci copriamo con il cappotto perché ci riscalda. Una coperta di lana è più calda di una di cotone. Se siamo bagnati abbiamo freddo perché l'acqua è fredda. Calore e temperatura sono la stessa cosa. Il freddo può passare da un corpo all'altro.*

In questa fase non forniamo loro, ovviamente, alcuna risposta corretta.

## Attività 1

### Quale è più caldo e quale è più freddo?

L'attività è ancora introduttiva e sfiora fenomeni e concetti su cui, a questo stadio, non è il caso di soffermarsi, perché saranno trattati ampiamente in seguito (la conduzione, l'equilibrio termico e il raffreddamento per evaporazione) o potranno essere approfonditi in altri percorsi.

In questa fase il termometro viene considerato come strumento di uso comune, di cui gli studenti hanno esperienza da sempre, che serve a quantificare in modo attendibile, ripetibile e confrontabile le sensazioni di caldo e di freddo. Si parla di temperatura e della relativa unità di misura, con riferimento al senso che a queste parole attribuiamo quotidianamente quando parliamo della situazione meteorologica o di "misurare la febbre". Si sottolinea la necessità di associare al valore della grandezza misurata la relativa incertezza, in questo come in tutti i casi in cui si effettua una misurazione, ma si rimanda esplicitamente alle attività successive qualunque tentativo di "definizione" di temperatura, come anche le spiegazioni sul funzionamento del termometro e sulle scale termometriche.

Si distribuiscono oggetti di diversi materiali ma uguali per ogni gruppo e si guida l'attività secondo una sceneggiatura simile allo schema che proponiamo di seguito.

#### Attività 1: Dal più caldo al più freddo

**Materiali**<sup>3</sup>: oggetti di vari materiali: polistirolo, vetro, plastica, metallo; un termometro ad infrarossi<sup>4</sup> adatto a rilevare le temperature superficiali

<sup>3</sup> I quattro materiali usati in quest'esperienza sono solo un campionario significativo.

<sup>4</sup> Facilmente acquistabile in internet a basso costo.

**Procedimento:**

**Individualmente.** Tocca uno dopo l'altro i vari oggetti, appoggiando brevemente la mano su di essi. Ripeti più volte, fino a quando non ti sarai fatto un'idea abbastanza sicura su eventuali differenze di temperatura registrata tra i vari oggetti. Scrivi le tue osservazioni sul quaderno.

**In gruppo.** Discutete quanto emerso dall'esperienza individuale e formulate le vostre ipotesi:

1. Considerando che la temperatura ambiente è circa  $20^{\circ}\text{C}$  e la temperatura corporea è circa  $37^{\circ}\text{C}$ , registrate le vostre ipotesi sulla temperatura di ogni oggetto ordinandoli in una tabella dal più caldo al più freddo.
2. Misurate con il termometro a infrarossi le temperature dei diversi oggetti e confrontatele con le vostre previsioni registrando nella tabella la temperatura misurata accanto a quella percepita.
3. Discutete i dati raccolti in tabella.

Nella discussione che segue, i ragazzi riferiscono che quando erano stati invitati a esprimere un parere sulle temperature degli oggetti basandosi solo sui propri sensi, avevano attribuito ad esse valori diversi, ma poi utilizzando il termometro a infrarossi, si erano resi conto, con grande stupore, che tutti i materiali avevano la stessa temperatura. Questa esperienza fa sorgere due domande:

- *Tutti gli oggetti dell'aula si trovano alla stessa temperatura?*
- *Perché la temperatura che percepiamo può essere diversa da quella rilevata dal termometro?*

Per rispondere alla prima domanda si fa progettare e realizzare una semplicissima attività simile alla prima in cui viene misurata la temperatura di svariati oggetti della classe.

Per quanto riguarda la seconda questione le idee saranno più chiare solo al termine delle due attività seguenti.

Alcune riflessioni. Sappiamo che comunemente si parla di oggetti caldi o freddi come se la loro temperatura dipendesse più da una proprietà naturale dei materiali di cui sono fatti piuttosto che dall'ambiente in cui si trovano (ad esempio, diciamo che la lana è calda e il cotone e il lino sono freschi, che i pavimenti di marmo o di piastrelle sono freddi, mentre quelli di legno o di linoleum sono caldi, che gli infissi in metallo sono freddi e quelli in legno o plastica sono caldi, e così via). Con l'esperienza proposta cerchiamo di chiarire che cosa accade e cosa sentiamo realmente quando veniamo a contatto con questi materiali. Ogni sistema tende a raggiungere l'equilibrio termico e, quindi, quando poniamo due corpi a contatto, quello più caldo cede calore al più freddo. Il metallo, buon conduttore, permette che questo passaggio avvenga rapidamente. Quindi se tocchiamo un corpo metallico più freddo della nostra mano, perderemo velocemente calore (sensazione di freddo), mentre se esso è più caldo della nostra mano cederà rapidamente calore (sensazione di caldo). Invece il polistirolo, isolante, non permette che questo passaggio avvenga facilmente. Se lo tocchiamo, quindi, non avvertiremo alcuna sensazione né di caldo né di freddo.

## Attività 2

### Perché in certi casi si distingue tra temperatura misurata e temperatura percepita?

Per rispondere a questa domanda si possono realizzare diverse esperienze<sup>5</sup>. Qui di seguito proponiamo la più semplice.

#### Esperienza 2a: Che confusione: acqua calda o fredda?

**Materiali:** Termometri. Tre bacinelle disposte in fila, la prima piena di acqua calda, al centro una con acqua a temperatura ambiente e l'ultima con acqua raffreddata con ghiaccio.

#### Procedimento:

##### Individualmente

- Misura con il termometro le temperature dell'acqua delle tre bacinelle
- Scrivi cosa pensi che accada se immergi contemporaneamente una mano nella bacinella di destra e l'altra mano nella di sinistra e dopo aver contato fino a 10, sposti contemporaneamente tutte e due le mani nella bacinella al centro.
- Prova
- Descrivi le tue sensazioni e confrontale con le tue previsioni

**In gruppo.** Costruite una tabella in cui raccogliere i dati dell'esperienza. Discutete i dati raccolti in tabella.

L'esperienza è ben nota. Malgrado l'ovvietà dell'incongruenza, nella fase finale con le due mani nella medesima bacinella si percepiscono effetti diversi: per la mano che è stata nell'acqua fredda l'acqua è sensibilmente più calda rispetto a quello che avverte l'altra mano, che precedentemente si trovava nell'acqua calda. Si cerca una spiegazione, anche riflettendo su altri casi di esperienza quotidiana in cui ci si accorge che il nostro sistema nervoso non solo ci trasmette delle sensazioni, ma le elabora confrontandole con sensazioni precedenti o comunque vicine. Inoltre la sensazione di caldo o di freddo dipende soprattutto dall'acquisto o perdita di calore tra la nostra mano e l'oggetto con cui viene a contatto. È ovvio quindi che la mano nella bacinella piena di acqua fredda perderà calore mentre viceversa si riscalderà quella immersa nell'acqua calda. Quando tutte e due le mani vengono spostate nell'acqua tiepida, la mano "calda" registrerà una perdita di calore, viceversa l'altra.

Nella discussione i ragazzi generalmente concordano sul fatto che la mano che ci trasmette la sensazione di freddo *capisce* che sta perdendo calore, mentre con la sensazione di caldo al contrario la mano *capisce* che sta immagazzinando calore. Collegando le due esperienze precedenti i ragazzi giungono alla conclusione che quando diciamo che *il ferro è freddo* significa che *la nostra mano si sta raffreddando*, mentre se toccando la lana non avvertiamo la sensazione di freddo è perché *la nostra mano non si sta raffreddando. La mano si accorge di quello che le sta capitando, ma non misura la temperatura effettiva delle cose che tocca.*

<sup>5</sup> Negli allegati on line si trova la "Esperienza 2b: Perché il ventilatore ci rinfresca?" utile a rinforzare l'esperienza 2a

### Attività 3

#### Quale ghiacciolo si scioglie prima?

Si approfondiscono i temi affrontati nelle unità precedenti relative al raggiungimento dell'equilibrio termico e agli scambi di calore all'interno di un sistema. Si individuano le variabili in gioco, si introducono i concetti di conducibilità termica, materiali conduttori ed isolanti. Dovrebbe essere ormai chiaro che, quando vengono a contatto corpi caldi con corpi freddi di qualunque natura, avvengono tra loro degli scambi che tendono a fare diminuire le temperature più alte e a fare aumentare le più basse. Si introduce l'idea che questo passaggio non avviene con la stessa velocità in tutti i materiali. L'attività si articola in due *step*. Si registra la diversa velocità di fusione di uguali cubetti di ghiaccio in situazioni di diverso isolamento termico. Di seguito una sintesi della sceneggiatura.

#### Attività 3. Quale ghiacciolo si scioglie prima?

**Materiali:** 6 bicchierini di plastica contenenti ghiaccio, 1 panno di lana, 1 piano di metallo, 1 piano di legno, 1 piano di plastica, 1 piano di polistirolo

##### 3a. Un ghiacciolo col *cappotto*

- Avvolgete uno dei bicchierini contenente ghiaccio con il panno di lana fino a costruirgli un *cappottino*, mentre un altro bicchierino, che useremo come controllo, rimane *nudo*. Cosa vi aspettate che accada dopo 30 minuti? Scrivete sul quaderno la vostra ipotesi.
- Realizzate l'esperienza - Dopo circa mezz'ora togliete il cappottino, controllate le vostre previsioni, scrivete le vostre conclusioni.

##### 3b. Ghiaccioli e tavolette

- Cosa prevedete che accada ad ogni ghiacciolo poggiato su un piano di diverso materiale?
- Raccogliete le vostre previsioni in una tabella
- Dopo averli estratti dai bicchierini ponete uno dei ghiaccioli sul piano di metallo, uno su quello di legno, uno su quello di plastica e l'ultimo su quello di polistirolo. Dopo pochi minuti osservate se notate differenze nella fusione.
- Raccogliete i dati in tabella (Tipo di materiale \ velocità di fusione del cubetto)
- Scrivete sulla tabella le temperature che ritenete abbiano le tavolette
  - Verificate col termometro le vostre previsioni
  - Discutete i dati raccolti

Si nota facilmente che il ghiacciolo con “cappottino” si è sciolto molto di meno di quello di controllo. Nella seconda esperienza il ghiaccio a contatto con il metallo si scioglie molto più rapidamente degli altri.

Gli studenti riportano e discutono le due esperienze: - *La lana che sembra calda mantiene il cubetto di ghiaccio quasi come in un frigorifero - Il legno sembra caldo, ma scioglie il ghiaccio più lentamente del metallo e la sua temperatura è sempre uguale anche dopo che il cubetto si è sciolto - Invece il metallo che sembra freddo scioglie più velocemente il cubetto e la sua temperatura è diminuita (molto) dopo che il cubetto si è sciolto.* È giunto il momento di stilare delle conclusioni di classe riflettendo sulle tre attività e di utilizzare un vocabolario

appropriato: ogni sistema tende a raggiungere l'equilibrio termico e quindi, quando poniamo due corpi a contatto, quello più caldo cede calore al più freddo (attenzione: per i nostri alunni non è affatto scontato che il "freddore" non esista).

Il metallo, buon conduttore, permette che questo passaggio avvenga rapidamente mentre il polistirolo, isolante, non permette che questo passaggio avvenga facilmente.

L'attività che segue serve a rinforzare questi concetti, in particolare a sottolineare che il comportamento di un cattivo o di un buon conduttore è lo stesso sia che il *corpo sia caldo, sia che sia freddo*, ma soprattutto a passare da esperienze di tipo qualitativo a quelle di tipo quantitativo

#### Attività 4

##### Cosa succede alla mia bevanda calda se tardo a berla?

Questa è la domanda di partenza.

Agli alunni, organizzati in gruppi, viene chiesto di progettare, utilizzando i materiali a disposizione, un modo per ritardare il raffreddamento e di individuare metodi per raccogliere ed elaborare i dati. Dopo la progettazione, si discute e si concorda un'unica modalità per raccogliere le misurazioni in una tabella raccolta dati. Ecco la sintesi dell'attività.

##### **Attività 4: Come posso rallentare il raffreddamento della mia bevanda calda?**

**Materiali:** 1 grosso termos con acqua calda per tutta la classe. Per ogni gruppo: bicchiere di plastica trasparente, 1 termometro, 1 contasecondi, + il necessario per isolare e/o coprire il bicchiere: elastici, fazzoletti di carta, altri bicchieri, fogli di alluminio, pellicola trasparente, lana, fogli di polistirolo, ecc.

**Consegne:** Per ogni gruppo progettate un diverso tipo di isolamento per rallentare il raffreddamento di una stessa quantità di acqua. Raccogliete i dati, rappresentateli e discuteteli.

**Suggerimenti<sup>6</sup>:** *Prevedete anche un controllo per il quale si utilizzerà come contenitore solo un bicchiere di plastica senza alcun isolamento. Appena è stata versata l'acqua calda nei recipienti, inserire i termometri nei recipienti, lasciateli immersi per tutta la durata della misurazione. Far partire il contasecondi appena la temperatura dei termometri si è stabilizzata, o appena la temperatura comincia a scendere. Leggere il valore della temperatura al quale sarà associato il tempo 0. Ripetere la misura a intervalli di 1 minuto per 10-15 minuti (passati i primi 5 minuti si può decidere di leggere a intervalli di 2 minuti). Riportare i valori di temperatura e tempo in una tabella e, successivamente in un grafico cartesiano.*

Ogni gruppo<sup>7</sup> concorda un diverso tipo di isolamento da usare intorno al bic-

<sup>6</sup> A seconda del livello della classe l'insegnante può decidere se dare o meno o solo in parte i suggerimenti.

<sup>7</sup> L'impegno principale per l'insegnante è quello di versare quantità uguali di acqua alla stessa temperatura, quasi contemporaneamente a tutti i gruppi. Questo si può realizzare versando l'acqua da un grosso termos in bicchieri di plastica trasparente, dove sia stato precedentemente segnato un livello uguale per tutti e dove sia già inserito il termometro. Così l'insegnante può controllare che ogni

chiere di plastica. Es.: nessun isolamento, una copertura con un foglio di alluminio, uno o più tovagliolini di carta tenuti con elastico, un tovagliolino tenuto con elastico ed una copertura con alluminio, pellicola trasparente. In ogni postazione si registra il raffreddamento di una quantità di acqua, uguale per tutti e alla stessa temperatura iniziale, in recipienti uguali ma diversamente isolati. L'equilibrio termico tra acqua e ambiente viene raggiunto nello scambio tra fluido, recipiente e ambiente circostante e si indagano i fattori che influiscono sul ritmo di raffreddamento: recipiente coperto o scoperto, diversi materiali o metodi di isolamento.

Si riportano individualmente i dati su una tabella temperatura/tempo e ognuno realizza il suo grafico. I grafici vengono analizzati nel gruppo e poi confrontati e discussi con quelli degli altri gruppi. Se si dispone di tempo sufficiente e di attrezzature adeguate (sistema di acquisizione online con pc + proiettore o lavagna LIM), l'insegnante può valutare l'opportunità di completare l'attività con una acquisizione online dalla cattedra in modo che ognuno possa confrontare il grafico che ha ottenuto con quello che viene acquisito e visualizzato contestualmente.

I punti da sottolineare sono molti e tutti importanti: il sistema "caldo" (l'acqua calda che è stata versata nei recipienti in cui si misura la temperatura) è tale perché ha ricevuto calore dal contatto con un sistema ancora più caldo: il fornello elettrico o una fiamma, che per funzionare "consumano" energia. Questa energia passa prima dalla sorgente di calore al sistema e da questo all'ambiente. Questo flusso non va mai spontaneamente in senso opposto.

Dai grafici si vede che il flusso è tanto più veloce (cioè il sistema perde energia tanto più velocemente) quanto più grande è la differenza di temperatura tra sistema e ambiente. Questo apre la via a infinite considerazioni legate al risparmio energetico. Il ritmo con cui una stanza molto calda, in inverno, cede energia all'ambiente esterno è maggiore rispetto ad una stanza mantenuta a temperatura meno calda e l'energia che dovrà essere bruciata per mantenere quella temperatura sarà maggiore.

Nello scambio di calore tra il sistema e l'ambiente (e tra corpi in genere) conta l'estensione della superficie di contatto e i materiali che la compongono o rivestono. Un'adeguata scelta dei materiali si può tradurre in un consistente risparmio energetico. Viceversa aumentare lo spessore o il numero di strati di questi materiali, in situazioni reali, aumenta significativamente i costi e i vantaggi non sempre crescono proporzionalmente ai costi.

---

postazione sia ben sistemata e gli studenti non vadano in giro con liquidi caldi. Eventualmente si può usare la funzione "cronometro" dei cellulari (è da valutare nelle singole situazioni se la presenza in classe di uno strumento tanto caro ai ragazzi possa essere visto come una concessione che rafforza o indebolisce i rapporti di collaborazione in classe). Anche se gli intervalli di tempo tra un rilevamento e l'altro possono essere abbastanza lunghi, è necessario che si distinguano chiaramente i ruoli: uno studente controlla il tempo e dà un segnale, uno legge la temperatura, un terzo registra i valori misurati. Ogni acquisizione dovrebbe durare complessivamente non più di 10-15 minuti, per poterla ripetere se qualcosa non va a buon fine e perché rimanga il tempo per fare i grafici e discutere i risultati. Per questo motivo si devono usare piccole quantità di acqua calda (circa 50 g).



Tutti i gruppi lavorano sulla medesima quantità di liquido. Una massa di acqua calda più grande, nel medesimo recipiente, si raffredderebbe più lentamente. È un primo approccio con la capacità termica di un corpo.

Dal punto di vista pratico, l'attività è centrata sull'acquisizione di competenze relative alla costruzione e alla lettura dei grafici. Dai grafici e dal loro confronto si traggono le informazioni utili per approfondire le osservazioni effettuate nelle attività precedenti sull'uso del termometro, sul contatto termico e sul diverso comportamento dei diversi materiali riguardo alla conduzione del calore. Il fatto che i grafici che si ottengono, in queste come in altre eventuali misure successive, non si prestino a una modellizzazione matematica (almeno non a questo livello di studi) farà risaltare la possibilità di ricavare informazioni significative e quantitative da un grafico senza l'uso di formule. Le variabili in gioco sono solo due, temperatura e tempo, ma dal confronto tra i grafici ottenuti si possono individuare le variabili significative per il raffreddamento dei corpi, quali la conduzione del calore, l'evaporazione, la differenza di temperatura tra i sistemi a contatto.

Infine il percorso potrebbe concludersi con un'attività di progettazione e realizzazione di una casa "ecologica", ma naturalmente bisognerebbe via via introdurre altri concetti. A tal fine segnaliamo il modulo de LAMAP al link <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/55264/le-confort-thermique-en-toute-saison>.

## *Mettiamoci una pietra sopra: gli ultimi saranno i primi?*

**Consulenza scientifica:** Prof. Bruno D'Argenio, già Professore di Geologia dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Accademico dei Lincei.

**Livello scolare:** scuola secondaria di primo grado; scuola primaria

**Tempo di realizzazione:** 12 ore

### **Premessa**

L'ambito delle Scienze della Terra, nella prassi didattica, è poco esplorato sia per la sua specificità sia per l'apparente staticità dell'oggetto che investiga. Avvicinare i ragazzi alla geologia con la metodologia IBSE è, sorprendentemente, una risorsa praticabile che offre numerosi spunti di riflessione e pratiche esperienziali.

Il modulo che si propone ha come obiettivo quello di rendere consapevoli gli alunni dei principi di stratigrafia che consentono di comprendere l'ordine temporale di formazione delle rocce ed i rapporti esistenti fra i diversi corpi rocciosi. Tale argomento diventa volano per avvicinare gli studenti alla scoperta della dimensione dinamica della Terra.

Il traguardo dei contenuti, mobilitando le conoscenze e le abilità degli alunni, è strumentale al raggiungimento di competenze trasversali dal *problem solving a imparare ad imparare*.

### **Sintesi del modulo**

Le cinque attività proposte nel modulo sviluppano un percorso strutturato e pensato per gli alunni della scuola secondaria di primo grado, offrendo spunti ed attività spendibili anche nel segmento della primaria.

Attraverso esperienze basate prevalentemente su modelli, gli alunni ricavano indizi che aiutano a decifrare la successione degli eventi responsabili della formazione e deformazione di sequenze rocciose. Le attività consentono di sperimentare visivamente i principi della stratigrafia e, di conseguenza, di ragionare sulla storia geologica

delle rocce e sulla loro giacitura, di correlare l'applicazione dei principi stratigrafici alla cronologia relativa, di interpretare semplici sequenze stratigrafiche. Il modulo propone anche un'attività facoltativa sulla formazione delle rocce sedimentarie con valenza sia propedeutica che integrativa allo svolgimento del modulo stesso.

**Prerequisiti:** processi esogeni, fossili, cronologia geologica.

**Parole chiave:** roccia, fossile, fossile guida, arenaria, sedimento, bacino di sedimentazione, principio, legge.

**Obiettivi:** mettere in successione gli eventi che formano le rocce e le successioni sedimentarie attraverso la costruzione/comprendimento dei principi di stratigrafia.

**Quadro sintetico delle attività:**

Sessione	Attività svolte con gli studenti
Engage: immagine iniziale	Brain storming
Costruisci la tua roccia	Attraverso esperienze pratiche con campioni di materiali sciolti i ragazzi comprendono il processo di compattazione e litificazione delle rocce sedimentarie.
Principio di orizzontalità originaria	Gli allievi realizzano esperimenti che simulano la deposizione di sedimenti di un bacino di sedimentazione.
Principio di sovrapposizione	Gli allievi ordinano dal più vecchio al più recente prima oggetti di uso comune, poi “stati rocciosi”.
Legge dei rapporti di intersezione	Gli allievi, dopo aver osservato immagini di dicchi, faglie, pieghe, simulano in laboratorio intersezione di strati ed interpretano rapporti cronologici.
Approfondimento: principio di equivalenza cronologica	Gli alunni costruiscono sequenze in strati contenenti fossili guida e vengono orientati ad effettuare correlazioni.

### Attività iniziale

Il percorso prende avvio dalla proiezione dell'immagine Fig. 1 dalla quale scaturiranno osservazioni e domande poste dai ragazzi o guidate. Gli allievi sono invitati ad osservare, descrivere, rappresentare, fare ipotesi singolarmente e in gruppo. Le loro esperienze verranno discusse, condivise riportate nel diario di bordo, utilizzando, stimolati dall'insegnante man mano che l'attività procede, un linguaggio via via più chiaro e preciso.



Figura 1.

SESSIONE 0	Attività svolte con gli studenti	Domanda iniziale	Attività di comunicazione e condivisione
Proiettare l'immagine Fig. 1 e chiedere di descrivere con accuratezza quanto mostrato Tempi: 30'	Brainstorming	Cosa vi colpisce di più in questa immagine? Possibili domande degli studenti: – Che cosa è? – Di cosa è fatto? – Come si è formato? – Perché è fatto a strati?	Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Comunicazione orale. Discussione collettiva.

La suggestione dell'immagine induce gli studenti a porre spontaneamente domande inerenti la composizione e la formazione dell'imponente faraglione e dalla discussione collettiva potrebbe emergere la necessità di un approfondimento sulle rocce (sessione 1).

## SESSIONE 1 (Tab. 1)

### Fase 1: Costruisci la tua roccia

Una misconoscenza sulla formazione delle rocce è che i sedimenti diventino rocce per semplice compattazione. Con sabbia e sedimenti con grani grossolani è necessaria la presenza di un cemento naturale. Gli agenti della cementazione disciolti nell'acqua circolante nei sedimenti sono, in genere, silicati ( $\text{SiO}_2$ ), carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o una varietà di composti del ferro. Obiettivo: comprendere che nel processo di formazione delle rocce sedimentarie clastiche ed organogene, i grani che le formano debbono essere compattati e cementati.

SESSIONE 1	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
Costruisci la tua roccia Fase 1: osservazione e descrizione di campioni /immagini di rocce sedimentarie. Materiali: campioni fossiliferi, arenarie, immagini di rocce. Tempi: 1h	Gli allievi osservano, descrivono e disegnano minuziosamente il campione di roccia sedimentaria. Fanno previsioni.	Di cosa è fatta? Da dove provengono i granelli? Come pensi si sia formata? Secondo te dove si è formata? Ci sono elementi o indizi che suggeriscono qualcosa sulla storia e provenienza di queste rocce? Cosa tiene insieme i granuli e le parti che la compongono?	Riflessione individuale. Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni, compilazione diario di bordo. Comunicazione orale. Discussione collettiva.

Tabella 1.

L'insegnante sottolinea la necessità di registrare le informazioni che aiuteranno a comprendere qualcosa sulla genesi e sulla storia geologica della roccia. Gli studenti osservano, descrivono e sottolineano le peculiarità di ognuna di esse e notano che vi sono elementi caratteristici diversi fra loro. Vengono citate proprietà come il colore, le dimensioni dei granuli, la compattezza, la presenza di cemento fra i granuli.

SESSIONE 1	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
<p>Fase 2: demolizione e ricostruzione della roccia</p> <p>Materiali: campioni di pseudo-arenarie, sabbia, vinavil, zucchero, sale, scagliola, mortai, lenti di ingrandimento, strumenti di percussione, siringhe 60cc., contenitori graduati e non.</p> <p>Tempi: 2 h + tempo di consolidamento</p>	<p>Gli studenti analizzano campioni di "pseudo-arenarie", descrivono, disegnano, misurano o effettuano stime; utilizzando gli strumenti di percussione forniti provano a disgregare il campione di roccia, progettano esperienze per assemblare i campioni di roccia a partire da sabbia sciolta.</p>	<p>Come possiamo assemblare la roccia?</p> <p>È sufficiente la compattazione?</p> <p>Che succede quando la sabbia si asciuga?</p> <p>Qualcuno è riuscito ad ottenere la roccia?</p> <p>La compattazione è sufficiente secondo voi per ottenere un campione simile a quello iniziale? Secondo voi cosa è necessario?</p>	<p>Riflessione individuale.</p> <p>Discussione nei gruppi.</p> <p>Rappresentazione con disegni.</p> <p>Progettazione.</p> <p>Comunicazione orale.</p> <p>Discussione collettiva.</p> <p>Conclusioni condivise.</p>

**Tabella 2.**

## Fase 2

Si consegnano campioni di "pseudo-arenarie" (in dotazione), (Tab. 2). Lenti di ingrandimento, mortai/ strumenti di percussione, contenitori saranno messi a disposizione degli studenti. Si chiede di osservare, descrivere, misurare i granuli e fare stime di misure, annotare. Dopo aver osservato attentamente i campioni è probabile che gli alunni provino a disgregare la "roccia" utilizzando gli strumenti forniti, altrimenti chiedere di "smantellare" il campione di roccia ed in un secondo momento di provare a ricostruire la roccia. Si rendono disponibili, oltre a della sabbia sciolta, vari materiali: siringhe da 60 ml senza beccuccio, argilla, scagliola, sale, zucchero, vinavil, contenitori vuoti e con acqua che gli allievi potranno prendere a loro discrezione. È molto probabile che i ragazzi provino a costruire rocce utilizzando sabbia bagnata compattandola fra le mani o utilizzando le siringhe in dotazione per comporre dei cilindri di sabbia

bagnata, per poi rendersi conto che, asciutti, si disgregano. Dalla discussione emergerà che è indispensabile la presenza di un cemento che tenga uniti i granuli. Si chiede di scegliere fra i materiali in dotazione un tipo di cemento e di testare campioni con cemento di diverso tipo (consigliare di usare una proporzione cemento/sabbia di 1:4). L'attività sulla formazione delle rocce sedimentarie (clastiche ed organogene) introduce al ciclo delle rocce sul quale è opportuno condurre un'ampia riflessione a partire dalle ipotesi riportate dagli allievi sulla possibile storia della roccia.

## SESSIONE 2

Si ripropone l'immagine del faraglione. L'insegnante riapre la discussione indirizzando e focalizzando l'attenzione degli studenti verso le domande inerenti la sua formazione. Propone di indagare sul tipo di informazioni che si possono ricavare dalla stratificazione e mostra l'immagine dell'allegato (Fig. 2).



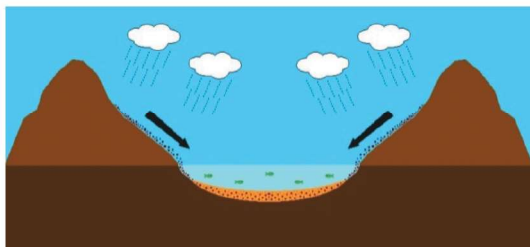
Figura 2. Orizzontalità originaria

### Principio di orizzontalità originaria (Tab. 3)

Le rocce sedimentarie, in fase di genesi e deposizione, si collocano con geometrie orizzontali (o pressoché orizzontali) parallelamente alla superficie terrestre poiché sul materiale sedimentario agisce la forza di gravità. Obiettivo: comprendere il principio per cui gli strati si depongono in condizioni di orizzontalità.

SESSIONE 2	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
Attività 2 Principio di orizzontalità originaria Materiali: vaschette trasparenti, sabbie di colore diverso, semola di grano duro o mais, cilindri graduati, acqua, Fig. 3 file Tempi: 1 ora	Gli allievi progettano e simulano in un bacino sedimentario la deposizione di una ipotetica serie di strati. Formulano ipotesi e sperimentano.	Secondo te, quali sono le zone della Terra ove si accumulano i sedimenti? Perché? Come immagini che si disponranno i sedimenti? Secondo te perché gli strati sono quasi piani e orizzontali? Riconosci analogie con l'immagine del faraglione?	Riflessione individuale. Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Progettazione. Comunicazione orale. Discussione collettiva. Conclusioni condivise.

Tabella 3.



**Figura 3. Bacino di sedimentazione**

ed accumulo dei sedimenti è legata a depressioni della crosta terrestre (bacino sedimentario). Proiettare l'allegato Fig. 3.

Chiedere agli alunni di individuare nell'ambiente terrestre esempi di aree in cui possa avvenire la sedimentazione; gli alunni indicheranno quasi certamente il mare o il lago. Utilizzando i materiali a disposizione (vaschette, sabbie colorate, semolino), proporre di simulare un ambiente di deposizione lacustre, ricordando che l'acqua è il più importante agente di trasporto e mezzo fisico nel quale avviene la deposizione. È importante sottolineare che, nello studio di fenomeni complessi, è necessario ricorrere a modellizzazioni. I modelli implicano semplificazioni talvolta estreme, tuttavia rappresentano un ottimo strumento per interpretare e prevedere comportamenti in situazioni reali. I ragazzi progetteranno il loro bacino sedimentario, utilizzando le vaschette in dotazione in presenza/assenza di acqua, alternando strati di materiali sciolti di colore diverso (Fig. 3a). L'insegnante, ricordando che il bacino lacustre



**Figura 3a.**

Nell'attività iniziale ciò che più colpisce i ragazzi è la evidente stratificazione del faraglione e spesso essi non sono in grado di comprenderne la formazione. Hanno inoltre ampiamente discusso sulla possibile storia della formazione delle rocce sedimentarie ricostruendo il ciclo delle rocce e hanno compreso che la deposizione

è un *ambiente deposizionale di bassa energia*, invita i ragazzi a versare la sabbia molto lentamente ed uniformemente. L'insegnante avvia il dibattito ponendo le domande riportate nella tabella. Al termine di questa sessione i ragazzi avranno osservato, sperimentato e compreso che i materiali che sedimentano formano accumuli di spessore variabile che sovrapposti danno origine alla stratificazione.

## SESSIONE 3

### Principio di sovrapposizione stratigrafica

In una successione sedimentaria indisturbata, gli strati più antichi si trovano inferiormente e, viceversa, gli strati più recenti si trovano in posizione più elevata o superiore. Il principio consente di distribuire gli eventi nel tempo: ad ogni strato corrisponde un determinato evento avvenuto in uno specifico momento della storia geologica. Leggere dal basso verso l'alto una sequenza di strati equivale a compiere un viaggio a ritroso nel tempo ricostruendo l'evoluzione di quel luogo.

## Ordinamento di oggetti

SESSIONE 2	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
Attività 3 Fase 1: <b>Il baule</b> Materiali: Immagine da proiettare con oggetti (Fig. 4), tabella riepilogativa (Fig. 5) Tempi: 1h	Gli studenti riflettono, effettuano ordinamenti di oggetti secondo un ordine cronologico e li collocano sulla linea del tempo.	Con quale criterio ipotizzi di ritrovare gli oggetti nel baule? In che anno potrebbe essere nato il figlio? A che età ha conseguito il diploma superiore? Quanti anni aveva quando si è sposato? Secondo voi ci sono oggetti che possono/non possono essere facilmente collocati in un punto preciso nella sequenza? Perché? Quali conclusioni univoche possiamo trarre con certezza dopo aver completato l'ordinamento degli oggetti?	Riflessione individuale e discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Comunicazione orale. Discussione collettiva e conclusioni condivise.

**Tabella 4.**

Nella sessione 3 si propongono tre attività graduate di ordinamento prima di oggetti familiari (Tab. 4), poi di mattoncini e carte plastificate che rappresentano strati rocciosi contenenti fossili. Nella prima di esse (Fase 1: Il baule), gli allievi si cimentano nella datazione relativa ed assoluta di eventi legati ad esperienze a loro vicine: riflettono e comprendono la necessità di avere riferimenti temporali per una corretta ed univoca interpretazione del giusto ordinamento degli oggetti rinvenuti in un baule. Nella seconda (Fase 2a: Le tessere), attraverso l'ordinamento di tessere o mattoncini che rappresentano strati rocciosi, comprendono che è possibile stabilire l'età relativa degli strati rocciosi proprio mettendo a confronto il loro contenuto in fossili. Nella terza (Fase 2b: Le carte), attraverso l'ordinamento di carte plastificate con rappresentazioni di fossili e l'utilizzo di schede informative, si introduce il concetto della datazione delle rocce attraverso l'esame dei fossili in esse contenuti e del loro utilizzo come indicatori paleo-ambientali. Sarà possibile poi introdurre il concetto di fossile guida che permette di attribuire la stessa età a rocce sedimentarie situate anche in luoghi molti lontani fra loro.

**Obiettivo:** Mettere in sequenza gli eventi che formano le rocce applicando il primo principio stratigrafico; comprendere come i paleontologi usano i fossili per la datazione relativa di strati di roccia.



## Fase 1: Il baule

Alla nascita del figlio, una mamma ha incominciato a riporre nel baule abiti ed oggetti man mano che non venivano più utilizzati fino al matrimonio del figlio. Prova a ricostruire la sequenza cronologica con cui gli oggetti (Fig. 4) sono stati riposti nel baule. Gli allievi, prima singolarmente, poi in gruppo, definiscono le possibili sequenze. Successivamente un rappresentante di ciascun gruppo relaziona agli altri l'ordine ed il criterio scelto per la collocazione degli oggetti. Si utilizzerà una tabella riassuntiva per confrontare e definire le datazioni relative ed assolute (Fig. 5). Nel sistemare gli oggetti in ordine cronologico, gli studenti ordineranno gli oggetti dal più vecchio al più recente e non avranno difficoltà a collocare quelli che recano delle datazioni (es. certificato di matrimonio). Alcuni oggetti, pur non recando date precise, **consentono di desumere un intervallo di tempo per una corretta disposizione temporale**. Altri porranno gli studenti di fronte all'incertezza di collocarli in maniera univoca sulla linea del tempo. Dal dibattito emergerà la necessità di avere riferimenti precisi per poter costruire sequenze cronologiche e collocarle sulla linea del tempo assoluto.

Dopo la nascita del figlio una mamma ha incominciato a riporre in un baule abiti, ricordi ed oggetti mano a mano che non venivano più utilizzati fino al matrimonio del figlio. Ciascuna immagine rappresenta un oggetto ritrovato nel baule.

1 - Ricostruisci la sequenza con cui questi oggetti sono stati riposti nel baule.



Figura 4. Oggetti del baule

ETA'	OGGETTO	ETA' (tempo relativo)	Annotazioni/Motivazioni	ANNO (tempo assoluto)
più recente				
Dal più antico al più recente				
più antico			0 anni	

Figura 5. Cronologia del baule

### Leggere le rocce verticalmente Fase 2a: Le tessere (Tab. 5)

SESSIONE 2	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
<p>Attività 3 Fase 2a Materiali: set di tessere recanti lettere (Fig. 6), n. 4 set di 8 mattoncini monocolori con lettere.</p>	<p>Gli studenti costruiscono la successione cronologica delle carte/mattoncini che simulano strati rocciosi contenenti fossili in una pila verticale e li disporranno dal più vecchio al più giovane.</p>	<p>Secondo te è più vecchio il fossile X o M? Cosa puoi dire in merito all'età dei fossili "D" ed "M" nello strato di roccia rappresentata da DM? I fossili "D" presenti negli strati contenenti i fossili "DM" e "OXD" hanno la stessa età?</p>	<p>Riflessione singola Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Comunicazione orale. Discussione collettiva. Scelta e condivisione delle conclusioni</p>
<p>Fase 2b: le carte Materiali: set di carte con fossili da distribuire a ciascun gruppo (Fig. 7) Scheda descrizione organismi fossili (Fig. 8); Tempi: 1h + 1h</p>	<p>Ricercano ed identificano i fossili per ricavare indicazioni dell'ambiente di formazione e per datare gli strati rocciosi che li contengono (fossili guida)</p>	<p>In quale ambiente si sono formate queste rocce? Tra i fossili presenti nelle carte ce ne sono alcuni relativi ad organismi vissuti solo per un breve intervallo di tempo? Quali? Che informazioni ne possiamo trarre? Quali invece sono relativi ad organismi vissuti per un lungo intervallo di tempo? Che informazioni ne possiamo trarre? Quali organismi fossili potrebbero essere utilizzati come fossili guida?</p>	<p>Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Comunicazione orale. Discussione collettiva. Scelta e condivisione delle conclusioni</p>

Tabella 5.

<b>CGA</b>	<b>OXD</b>	<b>UBN</b>	<b>DM</b>
<b>NO</b>	<b>TC</b> ↑ PIÙ ANTICO	<b>BN</b>	<b>AU</b>

**Figura 6.** Tessere

Chiedere a ciascuno studente di trascrivere in verticale la corretta sequenza delle otto carte dal più antico al più recente. Gli studenti confrontandosi, notano che le singole tessere hanno sempre almeno una lettera comune alla carta che le precede. Una volta concordato l'ordine delle tessere, ciascun gruppo costruisce una pila verticale di mattoncini con in cima lo "strato" che contiene i fossili più giovani di questa sequenza di rocce ed il mattoncino recante la carta "TC" in fondo alla pila che rappresenta lo strato con i fossili più antichi. La sequenza corretta dovrà essere: TC, CGA, AU, UBN, BN, NO, OXD, DM. Le sequenze vengono confrontate e ciascun rappresentante del gruppo spiega il criterio seguito nella disposizione dei mattoncini/strati. Il docente stimola la discussione e per accertarsi che tutti abbiano compreso il criterio che è alla base della datazione relativa, pone domande mirate. È importante porre l'attenzione sul fatto che in condizioni non rimaneggiate, il processo di fossilizzazione ha inizio mentre si deposita il sedimento che ricopre l'organismo, perciò fossile e sedimento hanno la stessa età.

### **Fase 2b: le carte**

Chiedere ai ragazzi di esaminare la seconda serie di carte con immagini di fossili (Fig. 7). E, distribuite le schede (Fig. 8) che danno informazioni di base sui singoli fossili, chiedere di identificare le specie annotandone il nome sul diario di bordo. Come nell'esperienza precedente, ogni carta rappresenta un particolare strato di roccia ciascuno con una associazione di fossili. Lo strato di roccia più antico è contrassegnato con la lettera "M" nell'angolo in basso a sinistra. La consegna per ciascun gruppo sarà di completare la successione cronologica delle carte in una pila verticale di strati rocciosi disposti dal più vecchio al più giovane con lo strato più antico sul fondo e il più giovane in alto. Al termine dell'attività gli allievi dovranno riportare la sequenza di lettere stampate nell'angolo inferiore sinistro di ogni carta dallo strato più giovane allo strato più vecchio. La sequenza corretta è: ORGANISM. Al termine dell'attività si discute sulle informazioni che è possibile ricavare dalla presenza dei fossili all'interno di strati rocciosi. L'insegnante avvia alla riflessione, pone domande mirate alla comprensione che il criterio dell'ordine di sovrapposizione degli strati e il criterio paleontologico sono i fondamenti che hanno permesso ai geologi di istituire

Proiettare l'immagine (Fig. 6), chiedere agli studenti di trovare il criterio con cui si possano porre in sequenza cronologica le carte (proiettare alla LIM) e distribuire un set di otto mattoncini monocolori recanti le stesse lettere per ciascun gruppo. Spiegare agli studenti che ciascuna tessera/mattoncino rappresenta uno strato di roccia e ogni lettera rappre-

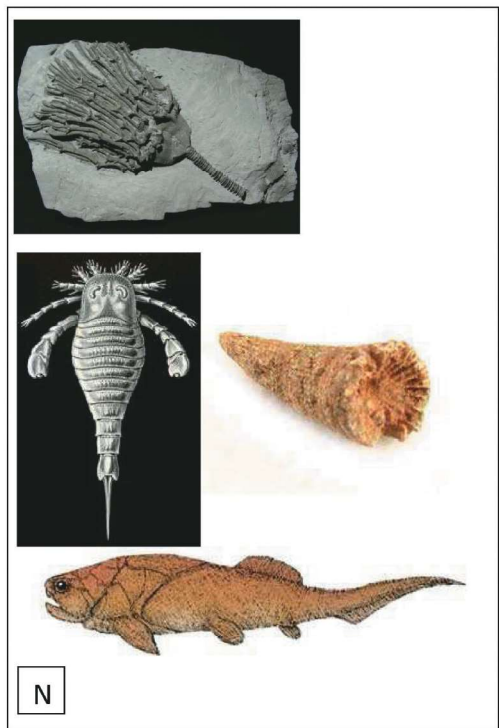
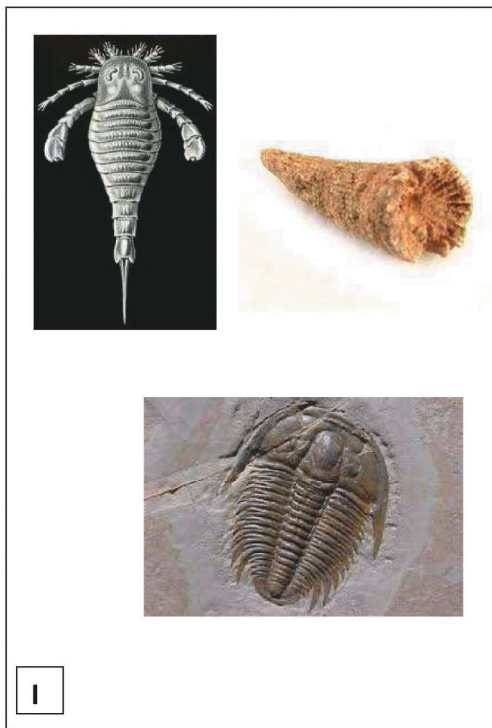
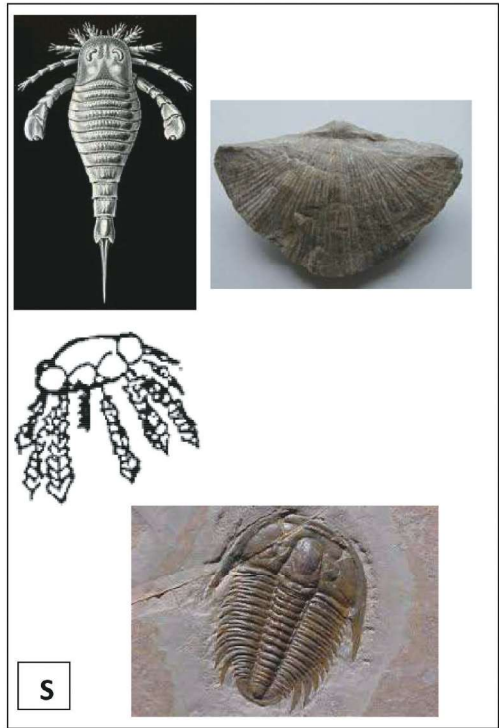


Figura 7a.

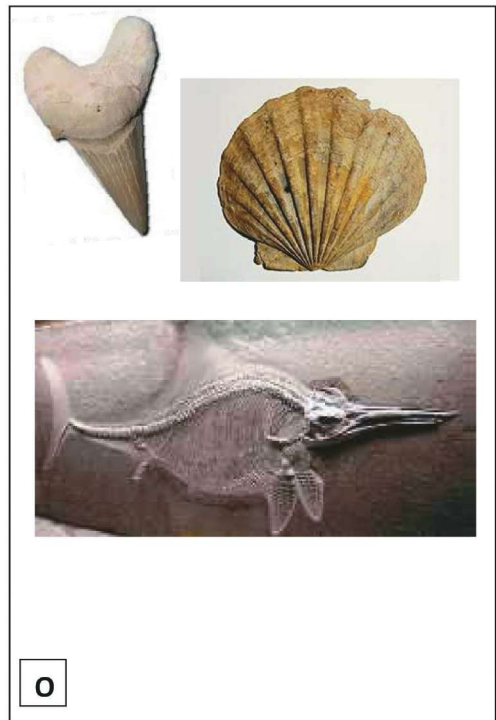
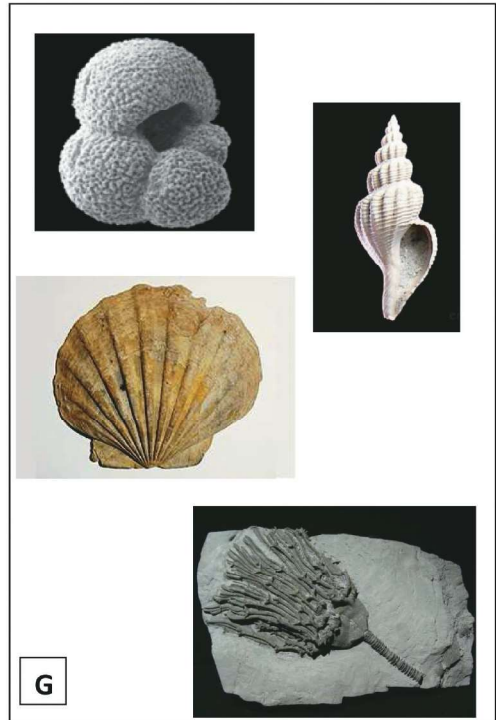
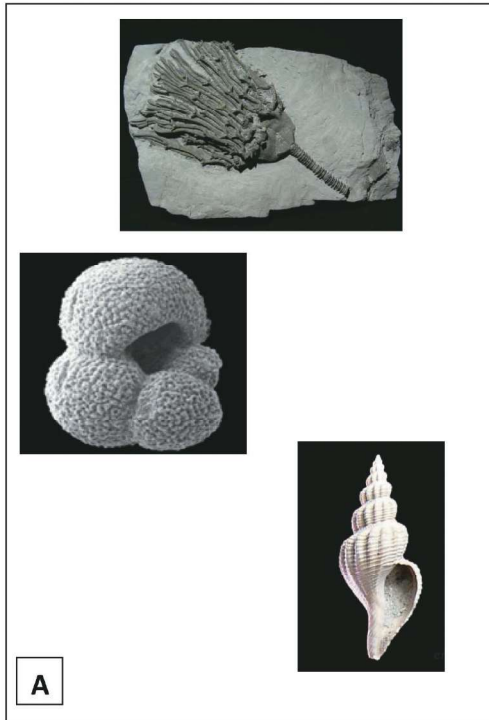


Figura 7b.









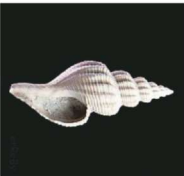
 <p>NOME: Brachiopode          PHYLUM: Brachiopodi          DESCRIZIONE: corpo molle e conchiglia bivalve          AMBIENTE: esclusivamente marini          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Paleozoico – Alcune specie viventi</p>	 <p>NOME: Trilobite          PHYLUM: Artropodi          DESCRIZIONE: corpo trilobato; forme che vivevano scavando, strisciando e nuotando; estinto          AMBIENTE: organismi esclusivamente marini          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Paleozoico. Estinto</p>	 <p>NOME: Eurypteride          PHYLUM: Artropodi          DESCRIZIONE: Molti erano di grandi dimensioni (fino a 5 metri di lunghezza); in grado di strisciare e nuotare          AMBIENTE: acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Paleozoico. Estinto</p>
 <p>NOME: Graptolite          PHYLUM: Cordati          DESCRIZIONE: forma primitiva di cordati; modulo galleggiante con steli ramificati          AMBIENTE: acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Cambriano - Carbonifero. Estinto</p>	 <p>NOME: Tetracorallo          PHYLUM: Celenterati (Cnidari)          DESCRIZIONE: esoscheletro calcareo          AMBIENTE: organismo marino di scogliera          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Ordoviciano- Permiano. Estinto</p>	 <p>NOME: Crinoide          PHYLUM: Echinodermi          DESCRIZIONE: molti rami equivalente della stella marina          AMBIENTE: fondali marini          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Paleozoico. Alcune specie viventi</p>
 <p>NOME: Placoderma          PHYLUM: Vertebrati          DESCRIZIONE: Primitivi pesci corazzati          AMBIENTE: acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE: Siluriano – Devoniano. Estinto</p>	 <p>NOME: Foraminiferi          PHYLUM: Protozoi          DESCRIZIONE: Microscopici, hanno guscio rigido, siliceo; organismo simile all'ameba          AMBIENTE: acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Permiano e Cretaceo - attuale. Molte specie viventi</p>	 <p>NOME: Gastropode          PHYLUM: Molluschi          DESCRIZIONE: guscio calcareo          AMBIENTE: terrestre ed acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Cenozoico - attuale. Molte specie viventi</p>

Figura 8a.

 <p>NOME: Lamellibranchi          PHYLUM: Molluschi          DESCRIZIONE: lamellibranchi tipo vongole e ostriche          AMBIENTE: generalmente marini          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Cretaceo - attuale. Molte specie viventi</p>	 <p>NOME: Ammonite          PHYLUM: Molluschi          DESCRIZIONE: animale simile a calamaro con spirale, guscio formato da più camere; simile al moderno Nautilus          AMBIENTE: organismi esclusivamente marini          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Devoniano - Cretaceo. Estinti</p>	 <p>NOME: Ictiosauro          PHYLUM: Vertebrati          DESCRIZIONE: Predatori, rettili adattati all'ambiente acquatico.          AMBIENTE: marino          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Triassico - Cretacico. Estinto</p>
 <p>NOME: Dente di squalo          PHYLUM: Vertebrati          DESCRIZIONE: pesce cartilagineo          AMBIENTE: acquatico          MAGGIORE DIFFUSIONE:          Comparsi nell'Ordoviciano. Molte specie viventi</p>		

**Figura 8b.**

una cronologia geologica. Solo in seguito i metodi di datazione radiometrica hanno permesso di aggiungere date agli eventi nell'ordine di anni/milioni di anni (metodi di datazione assoluta). Al termine del dibattito, chiedere di spiegare come questa attività illustra il principio di sovrapposizione: in una sequenza orizzontale di rocce, gli strati contenenti i fossili più antichi saranno sul fondo con rocce successivamente più giovani nella parte superiore.

#### **SESSIONE 4**

Le attività proposte nelle sessioni precedenti aiutano attraverso modellizzazioni e semplificazioni ad interpretare l'ordine temporale di formazione delle rocce per cui in una serie di strati, dall'alto al basso è composta di termini in cui ciascuno è più recente dell'inferiore e più antico del superiore. Tuttavia ci sono circostanze

specifiche in cui tale criterio non può essere applicato (si parla infatti di principio e non di legge). Si pensi ad esempio alle discordanze e deformazioni di natura tettonica (faglie, pieghe, ricoprimenti, intrusioni laviche). Lo studio della tettonica e della stratigrafia consente di ricostruire la geometria dei corpi rocciosi, i loro rapporti reciproci e l'ordine temporale di formazione.

### Legge dei rapporti di intersezione

Se uno strato è intersecato da un'altra struttura (una faglia, un corpo o una discontinuità qualsiasi) questo è sempre più antico dell'elemento che lo interseca.

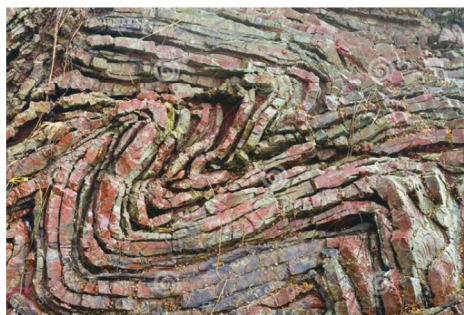


Figure 9a-9b. Strati con deformazioni o intrusioni

**Obiettivo:** comprendere la legge che permette ai geologi di interpretare la successione degli eventi in sequenze di rocce che hanno subito deformazioni o intrusioni e che queste sono sempre posteriori alla deposizione degli strati (Tab. 6).

SESSIONE 2	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
<p>Attività 4 Legge dei rapporti di intersezione. Le strutture che tagliano rocce o strati di rocce sono sempre successive e quindi più giovani. Materiali: immagini varie da proiettare (Figg. 9a-9b); vaschetta con strati di sabbie colorate della sessione 2, setti di legno. Tempi: 1h</p>	<p>Gli allievi osservano, riflettono e interpretano successioni di strati rocciosi intersecati da altre strutture. Verificano le ipotesi, riproducendo la situazione mostrata nelle immagini (si potrà utilizzare la simulazione della sessione 2).</p>	<p>Secondo te si sono formati prima gli strati o il taglio? Prova a descrivere l'ordine in cui si sono succeduti gli eventi.</p>	<p>Riflessione individuale. Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Progettazione. Comunicazione orale. Discussione collettiva. Conclusioni condivise.</p>

Tabella 6.



L'insegnante propone una serie di immagini significative (Figg. 9a-9b) che mostrano strati intersecati da faglie o dicchi, pieghe e chiede di riflettere, prima singolarmente e poi in gruppo, circa il succedersi degli eventi annotando l'ordine con cui essi pensano si siano depositi gli strati. Utilizzando le vaschette trasparenti della sessione 2, l'insegnante propone agli allievi di simulare la situazione delle Figg. 9a-9b mettendo a disposizione alcuni setti di legno. L'esame delle immagini e la simulazione del processo di deformazione delle rocce (Figg. 10-10a-10b) consente agli allievi di riflettere ed interpretare la successione degli eventi in una serie di strati che abbiano subito deformazioni a causa di eventi tettonici. Dalla discussione dovrà emergere che la deformazione può essere avvenuta solo dopo che la roccia si è formata e perciò è sempre più giovane della formazione rocciosa stessa.

L'insegnante potrà poi introdurre lo studio della deformazione delle rocce utilizzando l'apparato progettato, mostrando come si comportano le rocce sottoposte ad un'azione esterna.



Figura 10.



Figura 10a.

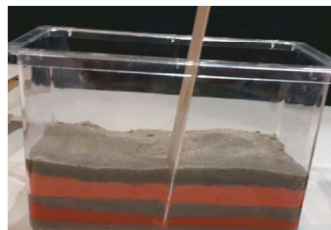


Figura 10b.

## SESSIONE 5 (Approfondimento) Tab. 7

### Principio dell'equivalenza cronologica

Due strati sedimentari che contengono gli stessi fossili guida, pur essendo situati in località diverse sono cronologicamente equivalenti indipendentemente dalla litologia.

Il criterio litostratigrafico (basato sulla litologia degli strati rocciosi) e quello biostratigrafico (basato sulla presenza di fossili) sono i fondamenti che hanno permesso di istituire una cronologia geologica

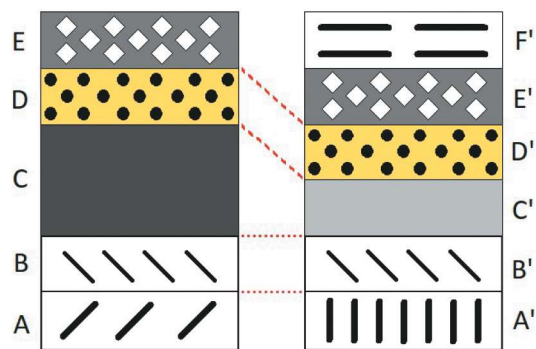


Figura 11. Esempio di correlazione stratigrafica.

Criterio litostratigrafico (B-B')

Criterio biostratigrafico (D-D')

suddividendo il tempo geologico della Terra in cinque ere, che rappresentano tappe di particolare rilievo nella storia evolutiva degli esseri viventi ciascuna delle quali suddivisa in periodi. Entrambi i criteri consentono di effettuare correlazioni stratigrafiche e determinare quindi se due rocce geograficamente più o meno distanti si sono originate nello stesso periodo di tempo (Fig. 11) Obiettivo: costruire colonne stratigrafiche e porle in relazione.

SESSIONE 5	Attività svolte con gli studenti	Domande	Attività di comunicazione e condivisione
Attività 5 Fase 1 Costruzione di tabelle di distribuzione di organismi fossili. Materiali: Scheda informativa sugli organismi fossili (Fig. 8) Tabella distribuzione cronologica dei fossili (Fig. 12) Tempi: 1h	Gli allievi ricercano e costruiscono tabelle di distribuzione temporale collocando i fossili nelle diverse ere ed evidenziando il periodo di massima diffusione.	Nella tua tabella di distribuzione quali sono i fossili più antichi? Ci sono fossili comparsi nel passato ed ancora presenti? Quali hanno avuto un periodo molto limitato di distribuzione temporale? Come pensi si possa interpretare questo evento? Osservando la tabella compilata, ci sono fossili estinti che riappaiono successivamente? Secondo te, l'ordine in cui i fossili si succedono cronologicamente nelle sequenze stratigrafiche è il medesimo a livello globale?	Riflessione individuale. Discussione nei gruppi. Rappresentazione con disegni. Comunicazione orale. Discussione collettiva.
Fase 2 Costruzione di colonne stratigrafiche e loro correlazioni Materiali 4 serie di mattoncini con adesivi di rocce e fossili Tempi: 2 h	Ricostruiscono sequenze stratigrafiche rispettando le età dei fossili ed effettuano semplici correlazioni stratigrafiche.	Pensi che questa affermazione possa essere utilizzata per mettere in sequenza, correlare e datare serie rocciose che contengono gli stessi fossili ovunque si trovino?	Discussione nei gruppi. Rappresentazione Comunicazione orale. Discussione collettiva

**Tabella 7.**

### Fase 1: tabelle di distribuzione fossili

L'attività prevede una prima fase in cui vengono fornite agli studenti le schede illustrative dei fossili già precedentemente utilizzate (Fig. 8) e viene chiesto loro di completare la tabella cronologica (Fig. 12) nella quale devono riportare, tracciando linee verticali, il periodo di massima diffusione.

Completata l'attività, si verificherà che tutti i gruppi abbiano compilato tabelle simili con i Trilobiti che risultano essere i più antichi di questa serie ed estinti fra il Devoniano ed il Permiano, i Graptoliti comparsi poco dopo di essi ed estinti nel Carbonifero, le Ammoniti comparse nel Devoniano ed estinte fra il Cretaceo e il Paleocene, tutti fossili guida. Brachiopodi, Gasteropodi e Foraminiferi comparsi circa 570 milioni di anni fa e tutt'ora presenti, così come i Lamellibranchi comparsi successivamente nel Cambriaco. Da queste considerazioni scaturiranno le risposte alle domande che l'insegnante o gli alunni stessi potranno. Sarà particolarmente fruttuoso, anche per l'attività successiva, far ragionare gli allievi su come si possa interpretare la comparsa e scomparsa di alcuni organismi (evoluzione o estinzione) e sul fatto che specie una volta estinte non ricompaiono nuovamente. Inoltre è importante per l'esercizio successivo comprendere che l'ordine di comparsa/scom-



studenti porranno domande e l'insegnante guiderà l'interpretazione direzionando il dibattito verso le seguenti domande significative:

- 1) Come si può spiegare l'assenza di un tipo di fossile in alcune delle sequenze stratigrafiche?
- 2) Secondo te perché le serie di mattoncini hanno altezze diverse?
- 3) La presenza di strati contenenti lo stesso tipo di fossili ci consente di metterli in relazione? Che significato può avere questa correlazione?

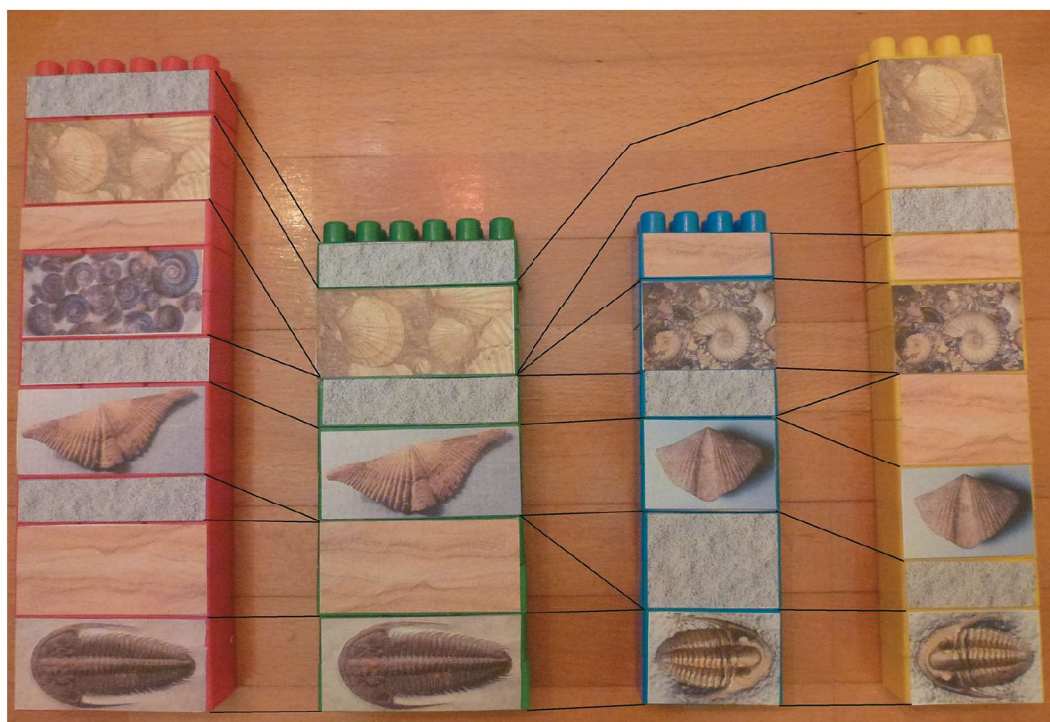


Figura 13.

### Bibliografia e sitografia:

<https://sites.google.com/site/didatticageo/contenuti>

<http://www.earthscienceeducation.com>

<http://www.earthlearningidea.com/>

<http://www.siripro.it/dipgeopa>.

Trevisan L., G. Giglia G., 2003. GEOLOGIA, Vallerini, Pisa.

G. DELFINO, A. MARCONI, G. COSTANZO,  
C. DALCIELO, A. LEPRE

---

## *La percezione del colore in un percorso di continuità verticale*






















### **Introduzione**

Lo studio del colore fra sensazione e percezione, può costituire un interessante intreccio in cui aspetti metodologici e di contenuto si susseguono in tutto l'arco scolare, perché il colore è fortemente presente nell'esperienza del bambino fin dai primi anni ed è crocevia di ambiti disciplinari che vengono a definirsi successivamente.

Durante l'attività didattica in una logica di costruzione delle conoscenze che preveda momenti di ricorsività è bene, fra l'altro, che vengano alla luce le misconcezioni (vedi Fig. 8) e le rappresentazioni mentali degli studenti ed è necessario che la loro curiosità si mantenga vigile e vada via via più in profondità. Occorre stimolare ad ogni livello scolare soprattutto la formulazione di domande, domande di ricerca e domande investigabili, piuttosto che fornire risposte definitive. È importante cercare connessioni fra un prima e un dopo, fra quello che già si conosce e ciò che andrà ad ampliare e a modificare una rete cognitiva in formazione. Sappiamo anche da adulti quanto sia importante per apprendere nuovi concetti un aggancio a nuclei di conoscenze già esistenti che improvvisamente vengono a collegarsi. Questo individuare connessioni è fonte di uno stato di benessere e, come anche le neuroscienze oggi ci confermano, è un modo per dare sicurezza agli allievi e agli insegnanti.

Lo scopo delle attività didattiche presentate è quello di coniugare l'approccio IBSE ad un percorso verticale che abbia come riferimento di sfondo la costruzione di alcuni nuclei fondanti, ad esempio quello di flusso di informazione esogena, di relatività della percezione, di correlazione fra strutture e funzioni, di evoluzione e complessità del sistema uomo.

Concetti unificanti come questi potranno essere compresi solo alla fine degli studi e a seguito di molti percorsi didattici condotti con attività mirate e collegate, possibilmente sia in verticale che trasversalmente nelle diverse discipline, il cui denominatore comune sia la metodologia e dove i contenuti vadano via via precisandosi nel passaggio da un livello all'altro senza anticipare concetti e linguaggio inadeguati all'età degli studenti (Scheda 1).

Livello scolare	Punti nodali secondo il livello scolastico		
	 Infanzia	 Primaria	 Secondaria
 	Per vedere occorre la luce		
 	L'occhio è l'organo che reagisce alla luce		
 	Le strutture dell'occhio, come quelle di tutti gli organi dei viventi, hanno stretta correlazione con le funzioni		
 	I colori sono visibili solo in visione fotopica (con molta luce)		
 	La luce bianca è scomponibile e ricomponibile nei colori dell'iride (grazie alle diverse lunghezze d'onda che la compongono)		
	L'occhio può essere studiato a diversi livelli d'organizzazione (macro, micro, chimico-fisico)		
 	I colori sono percepiti in sintesi additiva ma esiste anche una sintesi sottrattiva dovuta all'assorbimento selettivo della luce da parte della materia, i colori primari non sono gli stessi in sintesi additiva e sottrattiva.		
	I recettori sono cellule nervose adatte a recepire stimoli e a ricevere e trasmettere informazioni. I recettori dell'occhio sono nella retina molto vicini gli uni agli altri, ad essi è dovuto il potere di risoluzione.		
	I recettori della retina sono di due tipi (visione scotopica e visione fotopica), quelli che reagiscono in piena luce sono di tre tipi e sono chiamati coni per la loro forma.		
	La visione del colore è dovuta ai soli coni che reagiscono in modo diverso alle radiazioni luminose in base alla lunghezza d'onda da cui sono colpiti, i coni sono concentrati nella fovea (una piccola parte della retina)		
	Non sappiamo tutto ma sappiamo che il mondo visto dagli umani non è l'unico esistente ma è quello che nel corso dell'evoluzione è stato utile percepire. Non a caso la massima risposta visiva si ha nelle bande del giallo-arancione e del verde.		
	L'occhio è un organo complesso connesso con le aree visive del cervello attraverso il nervo ottico, al cervello non arriva una piccola immagine capovolta ma treni di impulsi elettrici che ricreano forme a seconda dei segnali trasmessi dai recettori e filtrati da strutture intermedie.		

Scheda 1. Verticalità e continuità

## Un percorso possibile

Si inizia fin dalle ultime classi dell'**infanzia** con attività semplici che indirizzano l'attenzione del bambino su alcuni aspetti basilari della percezione del colore, per proseguire con vere e proprie proposte di indagine che




- nella **primaria** portino alla consapevolezza di alcuni concetti di base come: le relazioni occhio-luce-percezione visiva, occhio-luce-percezione del colore, luce-ombra-visione fotopica e scotopica, correlazioni fra strutture e funzioni nell'occhio a livello macroscopico;
- nella **secondaria di primo grado** creino un primo passaggio dal macro al micro, dal livello di osservazione dell'occhio nel suo insieme a quello dei recettori che sono di tipi diversi; si capirà che esiste una sintesi additiva del colore dovuta all'interazione della luce con tre tipi di recettori e che strutture e funzioni sono frutto dell'evoluzione della specie;
- nella **secondaria di secondo grado** pongano l'accento sull'interazione chimico-fisica alla base dello stimolo visivo nei recettori, sulla trasduzione del segnale nel sistema nervoso; si potrà strutturare il concetto di informazione che richiede sempre un trasmettitore, un canale, una struttura ricevente e un codice; si arriverà a comprendere la soggettività della percezione visiva.































Qui viene presentata una minima parte dell'intero percorso delineato, con alcune attività realmente svolte nelle classi, prevalentemente della scuola primaria che ne costituisce l'ossatura.

## Sintesi del modulo

Lavorando in continuità si vuole proporre un percorso che con approcci diversi offre agli alunni la possibilità di scoprire e poi riflettere su argomenti che aprono una finestra sulla relazione tra mondo esterno e percezione di esso attraverso organi di senso specializzati, quali sono gli occhi. Ciò che differenzia i vari livelli scolari è, oltre al grado di approfondimento delle conoscenze, una metodologia di indagine che lascia via via sempre più autonomo lo studente di costruire il proprio percorso di lavoro e interagire con il gruppo e con la classe.

Tabella riassuntiva delle attività:

SEQUENZA 1: VEDERE I COLORI DEGLI OGGETTI		
Attività	Titolo	Livello
1	Per vedere i colori degli oggetti, devi illuminare!	
	1a «Cosa serve per vedere?»	
	1b «Possiamo vedere i colori nell'oscurità?»	

SEQUENZA 1: VEDERE I COLORI DEGLI OGGETTI			
Attività	Titolo		Livello
1	1c	Il colore di un oggetto dipende dalla intensità della luce che riceve: dalla visione scotopica alla visione fotopica	 
	1d	Una messa in situazione: le ombre colorate	 
<b>Gli oggetti cambiano colore!</b>			 
2	2a	«Cosa succede se guardi un oggetto con una luce colorata?»	
	2b	Illuminiamo un oggetto, di cui si conosce il colore alla luce naturale, con una torcia che produce luce verde, rossa, blu.	 
	2c	Cosa succede se guardi un oggetto con occhiali che hanno lenti colorate?	 
SEQUENZA 2: COM'È FATTO L'OCCHIO?			
Attività	Titolo		Livello
3	<b>Indaghiamo le preconoscenze</b>		 
4	<b>Guardiamoci negli occhi</b>		  
SEQUENZA 3: DUE OCCHI FRONTALI			
Attività	Titolo		Livello
5	<b>Il campo visivo</b>		 
	5a	Come possiamo fare per capire quanto è grande la parte davanti a noi che riusciamo a vedere?	 
	5b	Come possiamo fare per misurare il nostro campo visivo?	 
	5c	Il campo visivo delle forme è lo stesso di quello dei colori?	 
6	<b>Due occhi vedono meglio di uno (visione binoculare)</b>		 
	6a	Cosa ti aspetti di vedere se guardi contemporaneamente con un occhio in un rotolino di carta e con l'altro la tua mano?	 
	6b	Come possiamo fare per misurare quanto è ampia la visione binoculare?	 



## SEQUENZA 1: VEDERE I COLORI DEGLI OGGETTI

<p><b>Obiettivi</b> Esplorare le percezioni visive per:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• comprendere che la percezione del colore è legata alla luce</li> <li>• comprendere che il filtro modifica la percezione del colore</li> <li>• saper osservare attentamente le caratteristiche degli oggetti</li> </ul>	<p><b>Materiale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oggetti colorati di “colori diversi”: palline o bastoncini anche pennarelli, anelli di gomma, cubi logici, giocattoli da costruzione ecc.</li> <li>• Lampade tascabili</li> <li>• Oggetti di uno stesso colore ma di grandezza diversa</li> <li>• Oggetti di sfumature diverse dello stesso colore</li> <li>• Scatole di osservazione</li> <li>• Schede di lavoro</li> </ul>
<p><b>Competenze</b> Formulare ipotesi e verificarla sperimentalmente Lavorare in gruppo</p>	<p>Possibilità di illuminare ed oscurare l’aula</p>

### ATTIVITÀ N. 1: Per vedere i colori degli oggetti, devi illuminare!

#### 1a. Cosa serve per vedere?

«Una notte in tenda nel bosco diventa una fantastica avventura. Un bambino si aggira con la sua torcia elettrica tra le meraviglie che lo circondano: piante, insetti, animali...». Dopo la lettura del racconto illustrato *Giocchi di luce*<sup>1</sup> e la successiva esperienza del gioco “Mosca cieca”, l’insegnante pone ai bambini della scuola dell’Infanzia la domanda stimolo: *Secondo voi cosa serve per vedere?*

A seguito dell’esperienza fatta, i bambini rispondono che, per vedere, serve la luce ma la luce non basta... servono anche gli occhi!

#### 1b. Possiamo vedere i colori nell’oscurità?

Si organizza un gioco a squadre in cui i piccoli devono prendere mollette del colore designato dall’insegnante e attaccarle al piatto del colore corrispondente. Si ripete l’esperienza sia in una situazione di penombra che di buio e si registrano i vissuti.

L’insegnante della Scuola Primaria invece organizza una messa in situazione:

In una stanza totalmente buia, durante l’ora di mensa o in un altro momento in cui i ragazzi non sono in classe, l’insegnante dispone sui banchi oggetti diversi per tipologia e colore.

Gli alunni in piccoli gruppi entrano nella stanza, cercando di scoprire quali siano gli oggetti collocati sul banco. In questo modo possono riconoscere gli oggetti dalla forma.

<sup>1</sup> Boyd L. *Giocchi di luce*, Terre di Mezzo, 2016.

L'insegnante chiede poi di prendere oggetti di cui indica nome e colore, ma per fare ciò è subito evidente che il palpeggiamento non è più sufficiente.

«Nel buio, non vediamo gli oggetti e non percepiamo i loro colori », è la risposta degli alunni.

*Cosa bisogna fare per poter vedere i colori?* L'insegnante invita gli alunni a formulare le loro ipotesi, osservazioni e proposte.

Probabilmente risponderanno: «Accendere la luce». Fatto ciò, essi possono verificare che è possibile vedere i colori.

Questa attività ha lo scopo di far emergere in modo consapevole che la luce è necessaria per vedere il colore degli oggetti. La riflessione su questo punto è consolidata dall'invito a riportare sul quaderno con frasi e con disegni l'esperienza vissuta, comprese anche le sensazioni e le emozioni provate.

### **1c. Il colore di un oggetto dipende dalla intensità della luce che riceve: dalla visione scotopica alla visione fotopica**

*Cosa occorre per poter distinguere i colori?*

Si pone agli alunni la domanda e si invitano a rispondere individualmente e poi a discutere la loro idea nel gruppo, progettando un'esperienza che validi l'ipotesi condivisa.

Nella nostra sperimentazione i gruppi hanno formulato queste due ipotesi:

- A. «Secondo noi la possibilità di vedere i colori dipende dalla grandezza dell'oggetto e dallo spazio che occupa»
  - B. «Secondo noi per vedere i colori serve “abbastanza luce”, per esempio la luce del sole e, se non c'è, quella delle lampadine, non troppo, altrimenti ti accechi»
- I vari gruppi hanno progettato le loro esperienze di verifica:

Il gruppo A ha deciso di prendere in esame due oggetti di dimensioni molto diverse, un armadio e un cubetto di plastica, entrambi di colore blu, e di illuminarli con una torcia. Si aspettavano di vedere più colorato l'oggetto di maggiori dimensioni. Hanno invece constatato che, illuminati con la stessa luce, si vedevano colorati nello stesso modo. Hanno quindi concluso che vedere il colore non dipende dalle dimensioni dell'oggetto.

Il gruppo B ha deciso di prendere vari oggetti di colore rosso con tonalità diverse e di partire da una situazione di buio, aumentando progressivamente la quantità di luce. I bambini che conoscono i colori degli oggetti disposti sul proprio banco, constatano di riuscire a distinguere le varie tonalità solo quando l'aula è completamente illuminata.

È opportuna la riflessione che nel linguaggio quotidiano il colore che attribuiamo ad un oggetto è quello che percepiamo quando questo è illuminato con la luce naturale. Alla conclusione di questa parte del percorso si giunge alle seguenti considerazioni:

- Per vedere i colori occorre la luce.
- I colori si vedono bene con molta luce.
- Vedere i colori non dipende dalla grandezza degli oggetti.

Nella Secondaria si può proporre come gioco, da attuarsi in una stanza in semi-oscurezza, la classificazione di oggetti estratti da un sacchetto. Gli alunni devono indicare il criterio di classificazione e il motivo della scelta. Può essere fornita allo scopo una scheda di lavoro sul modello della scheda proposta (Scheda 2).

Non distinguendosi i colori, il criterio scelto per la classificazione sarà in prevalenza basato sulla forma degli oggetti. Questo farà riflettere sul fatto che a bassa intensità di luce si distingue la forma ma non il colore degli oggetti.

**Nota per l'insegnante per l'esecuzione dell'attività proposta:**

1. Situazione di partenza: agli alunni viene assegnata la scheda di lavoro (Scheda 2) che devono compilare nelle prime due parti.
2. L'insegnante crea una situazione di **bassa luminosità**, quindi consegna ad ogni gruppo un sacchetto all'interno del quale sono contenuti oggetti diversi per forma, dimensione, funzione, colore ...
3. Gli alunni raggruppano gli oggetti in base al criterio scelto.
4. Dopo alcuni minuti, viene accesa la luce e gli alunni completano la compilazione della scheda.

<b>Scheda di lavoro – La visione a bassa intensità di luce</b>	
<b>Richiesta: Raggruppa gli oggetti in base a caratteristiche comuni, specificando il criterio seguito e le ragioni della scelta</b>	
1-	La mia proposta:
2-	La proposta del mio gruppo
3-	Osservazioni sul risultato ottenuto nel mio gruppo
4-	Risultati ottenuti dagli altri gruppi
5-	Qual è stato il criterio prevalente di classificazione?
Quello che ho imparato	

**Scheda 2. La visione a bassa intensità di luce**

**1d. Una messa in situazione: le ombre colorate**  

Anche per la formazione delle ombre serve la luce. Ma se la luce è monocromatica che aspetto assume l'ombra che si forma quando un oggetto intercetta la luce? E se le luci sono dei tre colori primari che illuminano contemporaneamente un oggetto cosa succede? Nella Secondaria si può proporre una messa in situazione sulle ombre colorate.

L'innescò è dato dall'ingresso degli studenti, suddivisi in piccoli gruppi, in una stanza buia nella quale un oggetto, ad esempio un ramo con delle foglie, viene illuminato da tre torce che producono rispettivamente luci dei tre colori primari, rosso, verde e blu. Dietro l'oggetto, su uno schermo o parete bianca, si vedono le ombre di 7 colori (nero, blu, rosso, verde, giallo, magenta, ciano).

Viene quindi posta la domanda investigabile: *Come nascono le ombre colorate?*

Si chiede agli alunni di annotare quanto visto, utilizzando uno schema o un disegno e di esporre le proprie considerazioni, dando una prima spiegazione di ciò che hanno osservato.

Nell'esperienza in una terza media, al primo impatto, gli alunni, fortemente stupiti, non sono stati in grado di fare nessuna ipotesi per spiegare quanto osservato, avevano bisogno di altre informazioni: «Proviamo a cambiare la posizione delle tre torce», «Cambiamo i colori delle torce», «Proviamo ad illuminare gli oggetti con una

sola torcia», «Proviamo ad illuminare con due torce di colori diversi», «Utilizziamo oggetti di forma diversa», «Utilizziamo forme geometriche».

Le richieste lasciavano intendere che gli alunni, seppure non formulandolo espressamente, attribuivano la formazione delle ombre colorate all'azione combinata delle luci o alla forma degli oggetti.

Dopo la sperimentazione, gli alunni hanno potuto constatare che la forma degli oggetti non influisce sul colore delle ombre, mentre è determinante la luce.

Una sola torcia dà un'ombra nera e un "colore sfumato" intorno all'ombra dello stesso colore della luce utilizzata. Due torce di colore diverso producono la formazione di ombre di 3 colori, tra cui sempre ombre nere e ombre di ciascuno dei due colori delle torce.

Effettuate queste prove, l'insegnante ripropone la scheda di lavoro, chiedendo agli alunni se sono in grado di formulare una risposta alla domanda di partenza. Questa volta ipotizzano: «Le ombre del ramo sono colorate dall'insieme dei colori delle tre torce».

## **ATTIVITÀ N. 2: Gli oggetti cambiano colore!**

### **2a. Cosa succede se usiamo le luci colorate?**

I bambini dell'Infanzia individualmente e in gruppo formulano ipotesi e propongono verifiche sperimentali per cosa succede se usiamo luci colorate per illuminare oggetti e giocano liberamente con le luci, scoprendo mescolanze di colore e ombre colorate.

### **2b. Illuminiamo un oggetto, di cui si conosce il colore alla luce naturale, con una torcia che produce luce verde, rossa o blu.**

Nella Primaria si può focalizzare la domanda sull'eventuale cambiamento della percezione del colore di un oggetto in base al colore della luce che lo illumina.

Chiediamo agli alunni innanzi tutto se pensano che il colore percepito possa cambiare e, in caso affermativo, chiediamo loro di fare previsioni sui colori che potremmo vedere. Osserviamo quanto i bambini nel formulare le loro ipotesi siano fortemente legati alla loro esperienza quotidiana con la pittura.

In effetti essi in prevalenza pensano che gli oggetti gialli, illuminati dalla luce rossa, appaiano arancioni, mentre gli oggetti verdi, illuminati dalla stessa luce, appaiano marroni.

Abbiamo utilizzato per la sperimentazione delle scatole con due fori, uno per poter illuminare gli oggetti e l'altro per poter osservare l'interno scatola (Fig. 1), in questo modo abbiamo creato un ambiente oscurato per fare le nostre osservazioni. Sul fondo della scatola, con lo scotch biadesivo, abbiamo incollato alcuni oggetti di colore diverso. Siamo passati quindi alla fase di osservazione: ogni alunno illumina l'oggetto, di cui conosce il colore alla luce bianca, con torce che producono rispettivamente luce verde, rossa o blu e registra le sue osservazioni su una scheda (Scheda 3).



**Figura 1.** Cosa succede se la luce che illumina l'oggetto è colorata?

Da questa esperienza si ricavano alcune evidenze:

- Il colore di un oggetto non è lo stesso se illuminato da luce bianca o da luce colorata
- Il colore percepito dell'oggetto dipende dal colore della luce che lo illumina.

Il passaggio dai colori della materia a quelli della luce non è né facile né banale e, per confermare ulteriormente questa conclusione, facciamo una nuova esperienza.

Mettiamo un foglio colorato nella scatola misteriosa, senza comunicare ai bambini il colore del foglio. A turno, gli alunni guardano nella scatola, mentre un compagno illumina l'interno con torce che producono luce di colore rosso, verde e blu. Ciascuno di loro comunica agli altri qual è, in base alla sua osservazione, il colore del foglio. Cambiando il colore della luce, ogni bambino dirà un colore diverso. A questo punto chiediamo: *Come è possibile che ogni bambino vede il foglio di un colore diverso? Se l'esperienza precedente è stata ben interiorizzata, i bimbi risponderanno: «è quando cambiamo l'illuminazione che cambia il colore del foglio».*

I ragazzi più grandi hanno esperienza delle variazioni di colore degli oggetti quando sono illuminati da luci colorate e può essere utile sia portarli a riflettere sul fatto che il colore percepito dipende dalle caratteristiche dell'oggetto e dalla luce che lo illumina sia anche cercare una spiegazione di quanto osservato. La documentazione su testi o su internet potrà dare risposta a varie domande, emerse nel corso delle attività e annotate di volta in volta. Tra queste: – Cos'è la luce? – Come fa il filtro a trasformare la luce bianca della torcia in luce colorata? – Come succede che gli oggetti illuminati dalla luce naturale si manifestano di colori diversi?

Si potrebbe quindi anche ai più grandi porre la domanda: *Possiamo prevedere, in base al colore degli oggetti alla luce naturale, quale sarà il colore percepito degli stessi oggetti, quando li illuminiamo con luci colorate? O viceversa: Come potresti fare per individuare il colore di un oggetto alla luce naturale, in base alla sola osservazione con luci monocromatiche?*

**I COLORI DEGLI OGGETTI**

ABBIAMO FATTO UN'ESPERIENZA PER SCOPRIRE COSA VEDO SE ILLUMINO DEGLI OGGETTI CON LUCI COLORATE

	LUCE BIANCA	LUCE VERDE	LUCE BLU	LUCE ROSSA
OGGETTO	BIANCO	VERDE	BLU	ROSSO
PALLA	 BLU	 VERDE SCURO	 CELESTE	 VIOLA
TAPPO	 VERDE	 VERDE	 VERDE SCURO	 NERO
QUADRATO	 GIALLO	 GIALLO	 GIALLO CHIARO	 ARANCIONE
CERCHIO	 ROSSO	 MARRONE	 VIOLA	 ARANCIONE

**Scheda 3.** Scheda per la registrazione delle osservazioni

A titolo esemplificativo si fornisce una possibile messa in situazione:

In una scatola di cartone sono presenti oggetti di svariati colori e ogni gruppo ha a disposizione tre torce: una che produce luce rossa, una verde, una blu.

1<sup>a</sup> domanda: *Ritenete sia possibile con l'utilizzo delle sole tre torce individuare il colore che gli oggetti nella scatola avrebbero, se illuminati con luce naturale e, in caso affermativo, come pensate di poter fare?* Dopo aver fatto ciascuno la propria ipotesi ed esservi confrontati con il gruppo e con la classe, osservate l'interno della scatola utilizzando le torce a vostra disposizione e servitevi di una tabella per registrare le osservazioni.

2<sup>a</sup> domanda: *Qual è secondo voi il colore che ciascun oggetto contenuto nella scatola avrebbe se illuminato con la luce naturale? Indicate le vostre previsioni.*

## 2c. Cosa succede se guardi un oggetto con occhiali che hanno lenti colorate?



Con questa attività spostiamo l'attenzione non più sul percorso tra fonte di luce e oggetto ma tra l'oggetto e il nostro occhio. Si può far osservare all'alunno cosa succede al variare della posizione dei filtri, prima spostandoli tra la sorgente luminosa e l'oggetto, poi tra l'oggetto e l'occhio. L'allievo può mettere i filtri a distanze diverse e fare le proprie considerazioni.

Agli studenti vengono forniti vari materiali per realizzare gli occhiali: filtri trasparenti (rossi, verdi e blu), cartoncini, ... noi abbiamo utilizzato delle mascherine di carnevale nelle quali si potevano facilmente inserire i filtri (Fig. 2).

L'insegnante propone: *Usando gli occhiali, guardiamo il mondo che ci circonda! Come appariranno gli oggetti?* Ogni studente, prima della prova, scrive le sue previsioni sul suo diario di bordo, poi indossa gli occhiali ed esplora gli oggetti che lo circondano, esprimendosi e registrando i colori percepiti.

L'insegnante chiede agli alunni di mettere come lenti sull'occhialino due colori diversi, poi di registrare le proprie osservazioni, guardando dinanzi a sé, un oggetto di colore bianco. Gli alunni si aspettano di vedere l'oggetto di due colori diversi, utilizzando alternativamente solo uno dei due occhi. L'insegnante li sollecita a guardare l'oggetto contemporaneamente con i due occhi e con stupore gli alunni scoprono che l'oggetto ha un colore diverso da quello delle due lenti (Fig. 3). In breve,



Figura 2. Occhiali con lenti di colore diverso

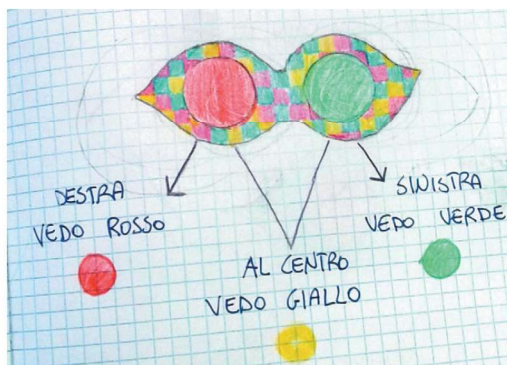


Figura 3. Se una lente è rossa e l'altra verde, vedo giallo!

scoprono i colori risultanti dalla combinazione dei filtri loro forniti per la costruzione delle lenti.

Nella Secondaria questa attività può essere effettuata in una fase successiva (vedi Sequenza 3<sup>a</sup> - 6b), sollecitando spiegazioni più approfondite che tengano conto delle nuove esperienze fino a comprendere che il giallo è dovuto alla simultanea stimolazione dei coni del “rosso” e del “verde”, all’origine della sintesi additiva del colore.

## SEQUENZA 2: COM’È FATTO L’OCCHIO?

<p><b>Obiettivi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendere correlazioni fra strutture e funzioni negli occhi</li> <li>• Riconoscere nella posizione degli occhi nel volto una traccia importante dell’evoluzione.</li> <li>• Imparare ad osservare in modo mirato e sistematico, a riflettere sulle proprie osservazioni e organizzarle correttamente</li> <li>• Pianificare semplici attività di investigazione.</li> </ul>	<p><b>Materiale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specchietti</li> <li>• Torce</li> <li>• Materiale d disegno</li> <li>• Occhio-scatonone (Infanzia)</li> </ul> <p><b>Competenze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulare ipotesi e verificarle</li> <li>• Lavorare in gruppo</li> </ul>
--	---

### Come fa l’occhio a vedere?

Con questa domanda si parte nella scuola dell’Infanzia per indagare sull’occhio. I bimbi sono convinti del fatto che la luce entri nell’occhio ma non sanno da dove entra. Intanto con le maestre costruiscono l’occhio scatolone (Fig. 4).

### Con quale organo di senso riesci a vedere i colori?

Illuminiamo la classe e chiediamo ai bambini di chiudere gli occhi e di scegliere oggetti in base al colore. In questo modo viene introdotta la sequenza sulla struttura ed il funzionamento dell’occhio nella Scuola Primaria.

Si esamina l’occhio dall’esterno e si osserva in particolare il modo in cui la pupilla risponde alla variazione della quantità di luce.



Figura 4. L’occhio scatolone

### ATTIVITÀ N. 3: Indaghiamo le preconoscenze



#### Rappresenta con un disegno come pensi sia fatto il tuo occhio

I bambini sono invitati a disegnare e/o descrivere a parole come pensano sia fatto il loro occhio. Dai disegni emergono osservazioni, stereotipi e misconcezioni (Fig. 5) che ci permettono di fare una corretta pianificazione delle attività. Nei disegni sono evidenziati i capillari, indicati come “nervi”, che segnalano un’attenzione dei bambini con ciò che ha a che fare con il sangue.

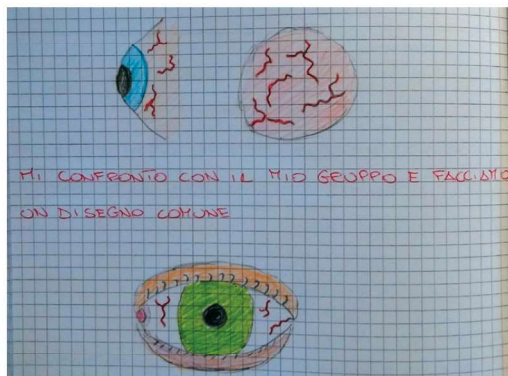


Figura 5. Descrivo e disegno il mio occhio

### ATTIVITÀ N. 4: Guardiamoci negli occhi



La maestra suggerisce ai piccoli di guardarsi reciprocamente negli occhi e qualcuno tra loro è colpito dal nero della pupilla e intuisce che la luce potrebbe passare da lì.

L’occhio-scatonone viene utilizzato per la sperimentazione. Viene praticato un piccolo foro nella stagnola al centro dell’occhio disegnato e, puntando con la torcia nel foro, si vede sulla parete interna dello scatonone la luce (Figg. 6 e 7).



Figure 6-7. La luce passa attraverso la pupilla

#### Lavorando a coppie osserva attentamente l’occhio del tuo compagno. Fai un disegno e una descrizione

Nella Primaria i bambini sono invitati a lavorare a coppie e a fare una attenta osservazione degli occhi del compagno, annotando somiglianze e differenze con i propri. Si chiede loro di riportare sul diario di bordo una descrizione e fare un disegno (Fig. 8). Quindi si invitano a scrivere tutte le loro curiosità sull’occhio, facendo passare tra i banchi un foglio sul quale verranno annotate le domande alle quali si cercherà di dare risposta durante le attività.



Figura 8. “Antonio ha gli occhi di diversi colori e a volte il colore cambia. Ha delle ciglia”

#### Lavorando a coppie, osserviamo la pupilla

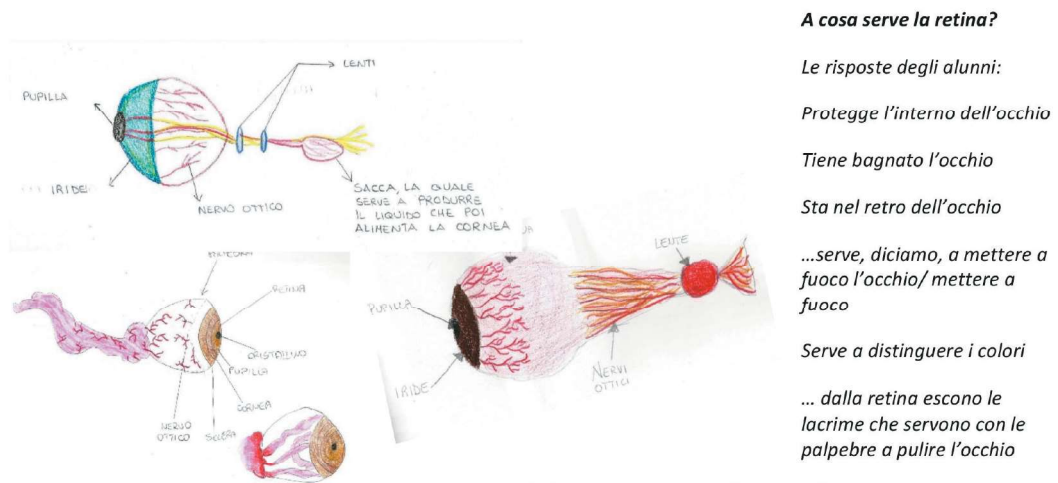
Per favorire l’osservazione della funzionalità della pupilla abbassiamo leggermente le tapparelle poi accendiamo la luce. I bambini osservano che, accendendo



la luce, la pupilla si rimpicciolisce. Capiscono che c'è una relazione tra la pupilla e la luce. Discutendo tra loro ipotizzano che la pupilla è un buco dal quale entra la luce.

Anche nella Scuola Secondaria partiamo dalle preconoscenze dell'allievo al quale si chiede di indicare il nome delle parti dell'occhio e di attribuire a ciascuna la sua funzione. A titolo di esempio sono riportate le risposte degli alunni alla domanda: *A cosa serve la retina?* Dal disegno e dalle risposte si evince la conoscenza dei nomi delle parti ma spesso questi termini sono attribuiti alle parti sbagliate e soprattutto c'è parecchia confusione sulla funzione che esse svolgono.

Ancora più incerta e a volte fantasiosa l'idea che gli alunni hanno della struttura interna dell'occhio. Alla domanda posta loro dall'insegnante: *Come ritieni sia fatto l'interno dell'occhio? Disegnalo come te lo immagini, indicando a fianco di ogni struttura rappresentata la sua funzione*, le risposte date dagli alunni di una terza media sono eloquenti (Fig. 9).



**Figura 9.** Come alcuni alunni pensano sia fatto l'interno dell'occhio

L'attività successiva consiste nell'osservazione dell'occhio. Viene svolta a coppie e ogni alunno osserva e descrive l'occhio del compagno, facendo attenzione a come è fatto e a come si muove, anche in risposta a stimoli esterni. Le attività precedenti hanno portato ad individuare l'occhio come organo sensibile alla luce e quindi la prima domanda è dove entra la luce e dove va a finire. (Scheda di osservazione - Allegato 1).

L'osservazione di un modello di occhio ha portato ad individuare la retina come punto di arrivo della luce. Ciò fa supporre che le cellule recettrici degli stimoli luminosi si trovino su di essa.

Come fare per individuare la posizione delle cellule dell'occhio sensibili ai colori? Basta disporre di carta da pacchi, goniometro, riga e oggetti di colore diverso per avere una prima sommaria idea della distribuzione dei recettori dei colori (Fig. 10).

**Nota per l'insegnante.** Operare in un ambiente molto illuminato e fare in modo che la parete verso cui guarda l'osservatore sia bianca o di colore il più possibile uniforme. Ritagliare nella carta da pacchi un settore di 90° e di raggio 60 cm e poggiarlo sul pavimento con il centro in



**Figura 10.** Come fare per individuare i recettori dei colori sulla retina?



**Figura 11.** La posizione dei recettori dei colori sulla retina

corrispondenza di una sedia. L'osservatore si siede e guarda fisso innanzi a sé nella direzione di uno dei lati del settore circolare, facendo attenzione a non distogliere lo sguardo. Un aiutante si pone sul bordo esterno del settore (di lato all'osservatore) e porge all'osservatore, che ha il braccio steso lateralmente, un pennarello colorato o un cartoncino colorato. L'osservatore muove lentamente il braccio, descrivendo un arco di cerchio e continuando a guardare dritto davanti a sé. Si ferma nel momento in cui riconosce il colore. L'aiutante segna sul settore circolare il punto esatto in cui è stato riconosciuto il colore. Si misura l'angolo ottenuto.

Una possibile domanda di ricerca è la seguente:

*La posizione dei recettori dei colori sulla retina è la stessa per tutti i colori? C'è differenza tra un individuo e l'altro?*

Questa ricerca porta ad individuare posizioni diverse per i vari colori e si osserva nello stesso tempo una variabilità tra gli alunni (Fig. 11).

Le esperienze fino ad ora condotte hanno permesso di constatare che esiste una sensibilità della retina a basse intensità luminose (visione scotopica) ma solo ad intensità maggiori, si attivano risposte che ci permettono di distinguere i colori (visione fotopica). Questo ci consente di pensare che esistono sulla retina due diversi tipi di recettori, gli uni che funzionano anche con poca luce e ci permettono di distinguere solo le forme ma non i colori, gli altri che funzionano solo con intensità di luce più elevate. Riconosceremo in esse rispettivamente bastoncelli e coni.

### SEQUENZA 3: DUE OCCHI FRONTALI

<p><b>Obiettivi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrivere e interpretare il funzionamento del corpo come sistema complesso situato in un ambiente</li> <li>• Comprendere le correlazioni fra strutture e funzioni negli occhi anche in riferimento alla posizione nel volto come traccia importante dell'evoluzione</li> <li>• Rendersi conto della soggettività della percezione visiva e delle sue potenzialità</li> <li>• Individuare nei fenomeni somiglianze e differenze, fare misurazioni, registrare dati significativi.</li> </ul>	<p><b>Materiale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiale da disegno</li> <li>• Carta da pacchi</li> <li>• Goniometro</li> <li>• Pennarelli</li> <li>• Materiali colorati</li> </ul> <p><b>Competenze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulare ipotesi</li> <li>• Lavorare in gruppo</li> </ul>
---	--

## ATTIVITÀ N. 5: Il campo visivo

### Engage

Prima di iniziare questa attività, mentre l'insegnante fa il punto su quanto precedentemente svolto, una collega, alle sue spalle, la imita e fa boccacce. *Cosa sta succedendo?* chiede la maestra stizzita.

I bambini timidamente rispondono tra una risatina mal trattenuta e l'altra: «È la maestra Giulia che ti sta prendendo in giro!» (Fig. 12).

A questo punto la maestra domanda alla classe:  
*Perché non riesco a vedere quello che fa la maestra Giulia?*

Gli alunni rispondono: «Maestra non la vedi, perché ti sta dietro! ». Ora la classe è pronta per affrontare la domanda dell'attività 5a.

Le indicazioni di lavoro fornite in questa Sequenza sono state pensate per la Scuola Primaria ma possono essere utilizzate anche per la Scuola Secondaria.

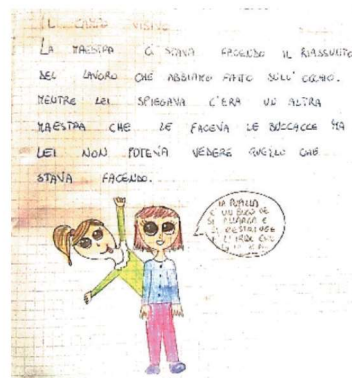


Figura 12. Perché non riesco a vedere cosa fa la maestra Giulia?

### 5a. Come possiamo fare per capire quanto è grande la parte davanti a noi che riusciamo a vedere?

Giordano dice: «Mettiamo le mani come se stiamo volando, poi le avviciniamo e appena le vedo so che quello è il mio campo visivo». Tutti gli altri bambini sono immediatamente d'accordo con Giordano e propongono di lavorare in coppia in questo modo: «Un bambino sta seduto sulla sedia, un altro è in piedi dietro di lui con le braccia aperte e lentamente le sposta in avanti. Appena il bambino seduto vede le braccia del compagno, segnala all'altro di fermarsi». Tutti i bambini prendono consapevolezza del fatto che il nostro campo visivo è una parte limitata dello spazio che ci circonda e si rendono immediatamente conto che somiglia ad un “angolo”.

### 5b. Come possiamo fare per misurare il nostro campo visivo?

La maestra invita gli alunni a pensare ad una attività che dia la possibilità di misurare il proprio campo visivo. Dal momento che lo hanno individuato come “angolo”, gli alunni sanno di poter usare il goniometro. Ma nello spazio questo è un problema.

*Come riportare in piano l'angolo?*

Dalle proposte dei gruppi emergono due possibili attività:

1ª attività: Per attuare questa misurazione servono 4 bambini. Un bambino in piedi al centro che fissa con lo sguardo un secondo bambino davanti a lui. Altri due compagni dietro di lui ai lati, collocati in modo tale da non essere visti dal primo bambino. Per eseguire la misurazione decidono di utilizzare una carta da pacchi col-

locata sotto i piedi del gruppo che esegue la misura. I bambini si mettono al lavoro e, individuati i punti sul piano, li uniscono con la riga, ottenendo un angolo che possono misurare con il goniometro.

2ª attività: Mettere appesi alle braccia di un bambino, servendosi dello spago, due pesi che sfiorano il pavimento. Poi lentamente il bambino sposta le braccia in avanti e appoggia i pesi sul pavimento nel momento in cui li vede. Anche in questo modo può essere raggiunto il risultato atteso.

«Maestra, mentre io guardo il quaderno, non riesco a vedere quello che fa Patria che si è alzata. Mi sa che esiste anche un campo visivo verticale».

### 5c. Il campo visivo delle forme è lo stesso di quello dei colori?

I bambini hanno misurato il campo visivo di tre, quattro compagni ed hanno avuto così modo di constatare che non tutti i campi visivi hanno la medesima ampiezza. Questo ci aiuta a far riflettere i bambini sulla soggettività della visione e sulla variabilità individuale. A questo punto possiamo porre la domanda successiva che sarà lo spunto per altre riflessioni (e nella scuola media sulle ipotesi di posizionamento di coni e bastoncelli all'interno dell'occhio): *Il campo visivo delle forme è lo stesso di quello dei colori?*

Alcuni bambini non sanno rispondere a questa domanda o pensano che il campo visivo sia lo stesso, mentre altri sono fermamente convinti di aver visto in precedenza prima la forma delle braccia e poi il colore del grembiule. Chiediamo agli alunni di pensare ad un modo per verificare se quanto affermato da alcuni dei loro compagni è vero e nello stesso tempo come possiamo fare per confrontare i due campi visivi. L'idea del gruppo è la seguente: prendere un oggetto colorato e pian piano spostarlo avanti, all'insaputa del compagno che sta al centro, finché questo, alzando il braccio destro, segnala di vedere la forma e alzando il braccio sinistro, segnala di vedere il colore. Le due posizioni vengono annotate, facendo più prove con oggetti diversi. L'intera esperienza viene ripetuta da parte di altri bambini.

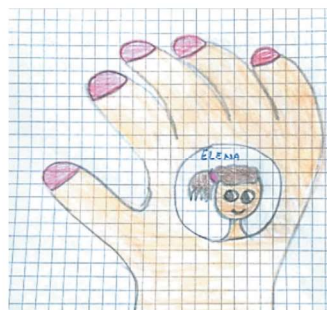
### ATTIVITÀ N. 6: Due occhi vedono meglio di uno!

Nell'attività 2c della Sequenza 1ª gli alunni della Primaria hanno già in qualche modo fatto esperienza della visione binoculare. Infatti guardando attraverso gli occhiali con lenti una rossa e una verde, hanno percepito il colore giallo. La loro ipotesi per giustificare la visione di un colore nuovo rispetto a quello delle due lenti è stata: «... lì i due occhi si incrociano». In quell'occasione non abbiamo approfondito il perché del colore giallo. Recuperiamo quell'esperienza per comprendere meglio la visione binoculare e ne proponiamo una nuova.

Forniamo a ciascun bambino un rotolino di carta precedentemente preparato. Poi chiediamo loro:

**6a. Cosa ti aspetti di vedere se guardi contemporaneamente con un occhio in un rotolino di carta e con l'altro la tua mano?** 🔍 🖐️

Gli alunni fanno le loro ipotesi e le discutono in gruppo, ma quello che vedono quando sono invitati a fare la loro esperienza li lascia sbalorditi. Vedono la loro mano bucata con all'interno il compagno che gli sta di fronte. Poi riportano sul quaderno quanto hanno visto (Fig. 13).



**Figura 13.** La mano "bucata"

**Nota per l'insegnante:** È opportuno guidare i bambini in questa attività di osservazione. Diciamo loro di porre il tubo contro l'occhio destro, tenendo aperti entrambi gli occhi e poi di mettere il palmo della mano sinistra davanti all'occhio sinistro, spostando la mano avanti e indietro lungo il tubo di carta.

Riflettiamo sul fatto che in questa porzione di campo visivo la visione è più acuta: «Maestra, ci vedo meglio e più lontano». A loro modo gli alunni esprimono che riescono a percepire meglio la profondità degli oggetti e la loro tridimensionalità.

**6b. Come possiamo fare per misurare quanto è ampia la zona di sovrapposizione dei due campi visivi?** 🔍 🖐️

I bambini concordano di utilizzare la modalità di lavoro precedente con una variante: misurare prima il campo visivo dell'occhio sinistro, dopo aver bendato l'occhio destro, poi fare la medesima cosa con l'altro occhio (Fig. 14). Con questo procedimento gli alunni verificano che la parte del campo visivo dove avviene la sovrapposizione delle immagini è ampia all'incirca  $60^\circ$ .



**Figura 14.** Come misurare l'ampiezza della zona di sovrapposizione dei campi visivi dei due occhi?

Nella Scuola Secondaria si potrà chiedere agli alunni di misurare l'ampiezza del campo visivo (Sequenza 3<sup>a</sup>-5b) e l'ampiezza della zona di sovrapposizione dei campi visivi dei due occhi (Sequenza 3<sup>a</sup>-6b) analogamente a quanto fatto per la Primaria.

A questo punto si potrà porre la domanda: *Cosa vi aspettate che succeda utilizzando un occhialino con lenti di due colori diversi? Di quale colore vi aspettate di vedere il paesaggio?* (Sequenza 1<sup>a</sup>- 2c) e ancora: *Secondo voi cambia qualcosa se provo ad infilare il filo nella cruna di un ago, servendomi di un solo occhio?*

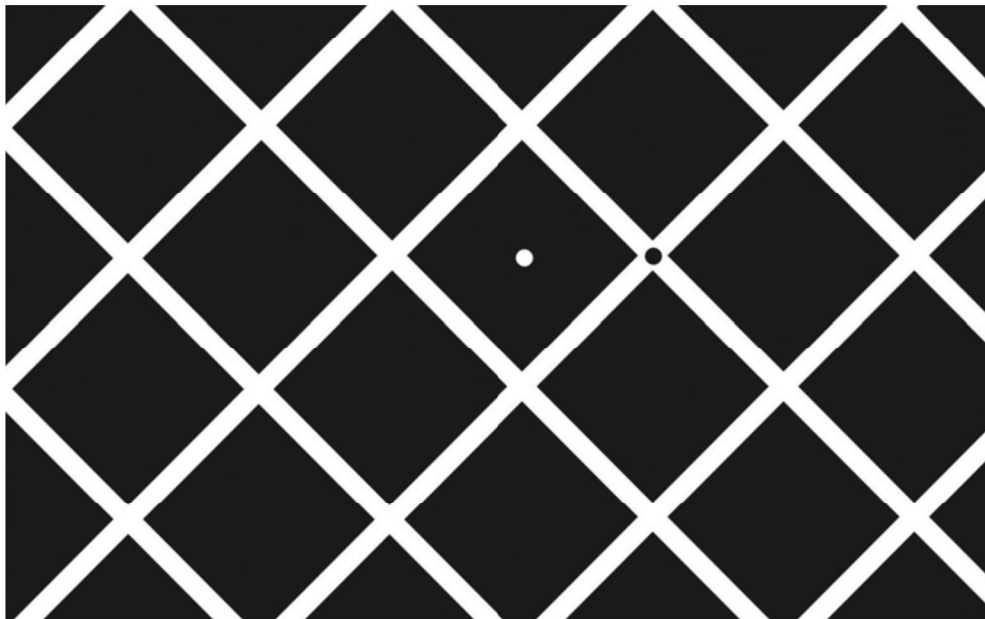
In questo modo si arriverà a comprendere come la visione binoculare consenta la percezione della profondità dell'immagine, dunque la visione in 3D, e nello stesso tempo a riflettere sul ruolo del cervello nella ricomposizione delle immagini ricevute dai due singoli occhi.

## Scheda di osservazione - Allegato 1

### Come è fatto esternamente l'occhio? Come svolge la sua funzione?

<p><b>Materiali da utilizzare:</b> specchietto, corredo da disegno, quaderno dello studente</p>
<p><b>Guardati nello specchietto e osserva uno dei tuoi occhi.</b> Disegna e scrivi accanto ad ogni parte il suo nome, se lo ricordi. Ripeti l'osservazione sull'altro occhio e annota eventuali differenze.</p>
<p><b>Osserva ora gli occhi del tuo compagno</b> Disegnali e annota somiglianze e differenze con i tuoi occhi. Confronta il disegno dei tuoi occhi fatto da te con quello fatto dal tuo compagno. Noti differenze? Quali? Guarda l'occhio di profilo, cosa riesci a vedere esternamente? Osserva, chiedendo al compagno di aiutarti e tirando leggermente le palpebre verso l'esterno, l'angolo interno dell'occhio nel punto in cui inizia l'attaccatura delle ciglia: cosa vedi? A cosa pensi possa servire? Fai delle congetture sulle funzioni delle diverse strutture che hai osservato e confrontale con quelle dei compagni. Osserva la posizione degli occhi nella testa. Osserva i movimenti delle parti annesse all'occhio. Quale pensi possa essere la loro funzione? Osserva i movimenti di un singolo occhio e degli occhi insieme, utilizzando come oggetto di osservazione una matita. Prendi nota di tutti i movimenti dell'occhio visto singolarmente e dei due occhi contemporaneamente al variare di posizione della matita: avvicinandola e allontanandola dalla linea mediana degli occhi, mettendola in alto e poi in basso, sempre lungo la linea mediana. Osserva la posizione di ognuno dei due occhi e dei due occhi insieme, ponendo la matita in alto a sinistra e poi in alto a destra, successivamente in basso a sinistra e poi in basso a destra.</p>
<p>Quali e quanti tipi di movimento riesci ad individuare? Esponi le tue considerazioni. Osserva ora gli occhi del tuo compagno mentre gli chiedi di guardare fisso un oggetto posto dinanzi a lui: gli occhi riescono a fissare l'oggetto per un periodo prolungato senza muoversi? Poni ora di fronte agli occhi del tuo compagno la figura che vedi in basso. Chiedi di fissare lo sguardo sul punto centrale per almeno un minuto (aiuta il tuo compagno, tenendo il tempo). Dopodiché sarai tu ad effettuare la prova e il tuo compagno ad aiutarti nel tenere fermo davanti a te il foglio con il disegno e a prendere il tempo. Cosa vedi o non vedi, trascorso 1 minuto? Cosa il tuo compagno? Quale spiegazione pensi abbia quanto hai osservato?</p>
<p>Attraverso quale parte dell'occhio pensi che passi la luce proveniente dalle sorgenti luminose o riflessa dagli oggetti? Osserva con attenzione la pupilla, cerca di spiegare come è fatta e di individuare come risponde a variazioni di luminosità. Quale potrebbe essere la sua funzione?</p>
<p>Condividi le tue osservazioni con il tuo gruppo e poi con la classe. Come pensa il tuo gruppo di verificare le ipotesi che avete formulato nel rispondere alle domande alle quali avete risposto?</p>

Fissa il punto nero per 30" e poi sposta lo sguardo sul punto bianco.



Cosa vedi o non vedi, trascorso 1 minuto? Cosa il tuo compagno? Quale spiegazione pensi abbia quanto hai osservato?

**Quale può essere la sua utilità?**

**Nota per l'insegnante:** L'immagine postuma della griglia bianca sembra muoversi leggermente, anche se cerchiamo di non muovere gli occhi.

A causa del nistagmo la posizione dell'immagine sulla retina non è mai immobile, ma cambia continuamente.

### **Bibliografia e sitografia**

Lotto B., 2017. *Percezioni, Come il cervello costruisce il mondo*, Bollati Boringhieri, Torino.

Della Libera C., 2007. *I movimenti oculari*, DSNV Università di Verona Sezione di Fisiologia Umana

[http://www.scuolavalore.indire.it/nuove\\_risorse/osservare-per-apprendere-apprendere-per-osservare-la-percezione-visiva/](http://www.scuolavalore.indire.it/nuove_risorse/osservare-per-apprendere-apprendere-per-osservare-la-percezione-visiva/)

<https://www.fondation-lamap.org/reseaux-educatifs>, *Les couleurs*, Fondation La main à la pâte, 2010

<https://www.fondation-lamap.org/reseaux-educatifs>, *Mais qu'est ce que la couleur?*, Fondation La main à la pâte, 2012

## *Le tazzine di caffè*

**Livello scolastico:** percorso verticale dalla primaria al biennio della secondaria

### **Introduzione**

Scoprire quali tipi di tazzine abbiano minore dispersione di calore per bere un buon caffè è l'attività che presentiamo e che è stata proposta in più momenti di aggiornamento per docenti al fine di sperimentare la metodologia IBSE nell'approccio didattico.

L'attività indaga sulle proprietà termiche e le dinamiche di trasferimento del calore a partire da esperienze della vita quotidiana e da esplorazioni che mettono i docenti in condizione di interrogarsi su quali modalità e quali possibili sviluppi del tema siano più adatti per le loro classi.

Durante l'investigazione nei gruppi di docenti in formazione si sono delineati dubbi e incertezze nell'affrontare i nodi concettuali e si sono resi necessari sia un approfondimento teorico sia una riflessione metodologica.

Un adattamento della stessa attività IBSE può essere proposta in classi di scuola secondaria di I grado, sostituendo le tazzine da caffè e il liquido caffè con bicchieri di vari materiali e acqua calda e fredda.

Vengono allegare poi alcune esperienze già collaudate, che prevedono l'utilizzo di materiali facilmente reperibili e di strumenti di misura quali termometri e cronometri, da adattare per affrontare il nucleo fondante "Calore e temperatura" con gli studenti dalla scuola primaria al biennio della scuola secondaria di secondo grado.

### **Obiettivi metodologici per i docenti**

- favorire approfondimenti metodologici e disciplinari coerenti con il metodo IBSE fra gruppi di docenti di scuole diverse
- condividere attività e percorsi sperimentali da applicare nella pratica d'aula
- utilizzare consapevolmente materiali e strumenti
- documentare e rendicontare il processo di apprendimento
- incentivare le proposte didattiche che favoriscono il lavoro in gruppo.

### **Messa in situazione**

L'attività con il gruppo di docenti inizia con la fase di *ENGAGE* con un dialogo tra tre persone che discutono sulle tazzine da caffè:



## SULLE TAZZINE DA CAFFÈ



**Elena:** Ricordo che il caffè fatto in casa (e quindi sul “lungo”,) viene servito in sottili tazzine di diaphana porcellana... mentre quello al bar (per definizione molto “corto”) viene servito in tazze spesse. La tazza sottile è come il bicchiere di cristallo per il vino... esalta anche psicologicamente il bouquet... provare a servire lo stesso vino in un bicchiere di plastica... poi ne riparlamo.

La tazza spessa del bar ha un pratico risvolto: mantiene il caffè più caldo, anche nei trasporti... evitando quindi lo svantaggio del caffè tiepido o semifreddo...

**Renata:** Allora... ascoltate.

Nel caso delle tazzine sottili il caffè cederà meno calore nel riscaldare il contenitore, però forse disperde calore più velocemente nell'ambiente, quindi se bevuto subito è più caldo.

Nel caso delle tazzine a pareti spesse il caffè cede molto più calore nel riscaldare il contenitore, però successivamente disperde meno calore nell'ambiente, quindi si mantiene caldo più a lungo.

**Emanuela:** Le tazzine del bar sono più spesse perché il caffè viene servito in tazza calda, e questo è il modo migliore di servirlo proprio perché così si mantiene caldissimo più a lungo. Avete presente il caffè servito a Napoli? Le tazzine sobbollono prima di essere usate.

A me piace bere il caffè in una tazzina un po' più grande delle normali tazzine, in modo che il caffè ne riempia solo una parte. E ne ho due a casa (solo per me) piuttosto sottili.

Ma è gusto personale! Concordo con le spiegazioni di Renata, la tazza spessa del bar ha diversi scopi: mantenere più caldo il caffè, scaldarsi con più facilità, rompersi meno facilmente!

**Renata:** E, ma non c'entra molto, devo ancora capire chi chiede il caffè “al vetro” al bar. Io piuttosto che bere il caffè in un bicchierino di vetro...

**Emanuela:** Ma allora vetro, ceramica, porcellana... e se bevessimo nel bicchierino di plastica come alla macchinetta?

**Elena:** Perché non in una tazzina di alluminio o acciaio...

### Quale tipo di tazzina devo usare perché il caffè si mantenga caldo più a lungo?

Alla fine del dialogo si pone la domanda investigabile ai gruppi di 4 o 5 docenti che si sono costituiti e si utilizza la scheda n. 1 sottostante che riporta la scansione temporale e metodologica dell'investigazione, prima individuale, poi di gruppo:

#### Scheda n. 1

Cognome .....	Nome .....	Data .....
Nome dei componenti del gruppo: .....		
1. Domanda: Quale tipo di tazzina devo usare perché il caffè si mantenga caldo più a lungo?		
2. Suggestisci una possibile soluzione (5 minuti)		
3. Condividi in gruppo le varie soluzioni. Poi riassumi tutto quello che è emerso in un foglio/cartellone (10 minuti)		

## Condivisione delle possibili soluzioni in gruppo

Durante la fase individuale di ricerca *EXPLORE* tendenzialmente i docenti cercano consenso e faticano a rispettare il lavoro individuale; la fase di confronto in gruppo risulta molto più coinvolgente e accende discussioni e scambi di idee, che portano alla sintesi della progettazione sperimentale attraverso cartelloni da appendere in aula.

La comunicazione delle proposte di soluzione al problema da parte dei rappresentanti dei vari gruppi di lavoro risulta essere un momento molto significativo di confronto e di condivisione delle idee, nonché una esternazione di dubbi e incertezze concettuali.

## Esposizione materiali da utilizzare

La fase sperimentale prevede poi l'esposizione sul banco del laboratorio dei materiali e degli strumenti da utilizzare da parte dei vari gruppi. Si tratta in quest'attività di avere preparato la "Cassetta degli attrezzi" con caffè solubile, piastra elettrica, becker o pentole, agitatore, mestolo, tazzine di diversi materiali (ceramica, porcellana, vetro, plastica, polistirolo, acciaio, alluminio), acqua, cronometri, termometri, carta millimetrata, PC, calcolatrici, cartelloni, pennarelli, etichette (Figg. 1-2).

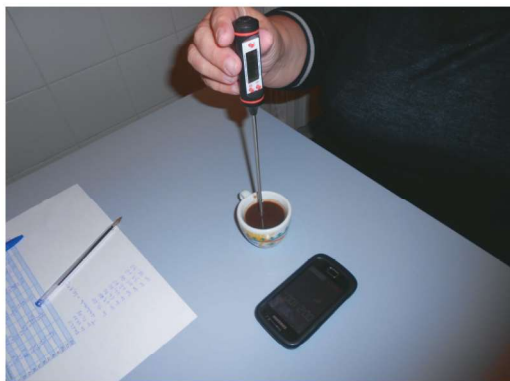


Figura 1. Misura  $t^{\circ}$



Figura 2. Tazzine di diverso materiale

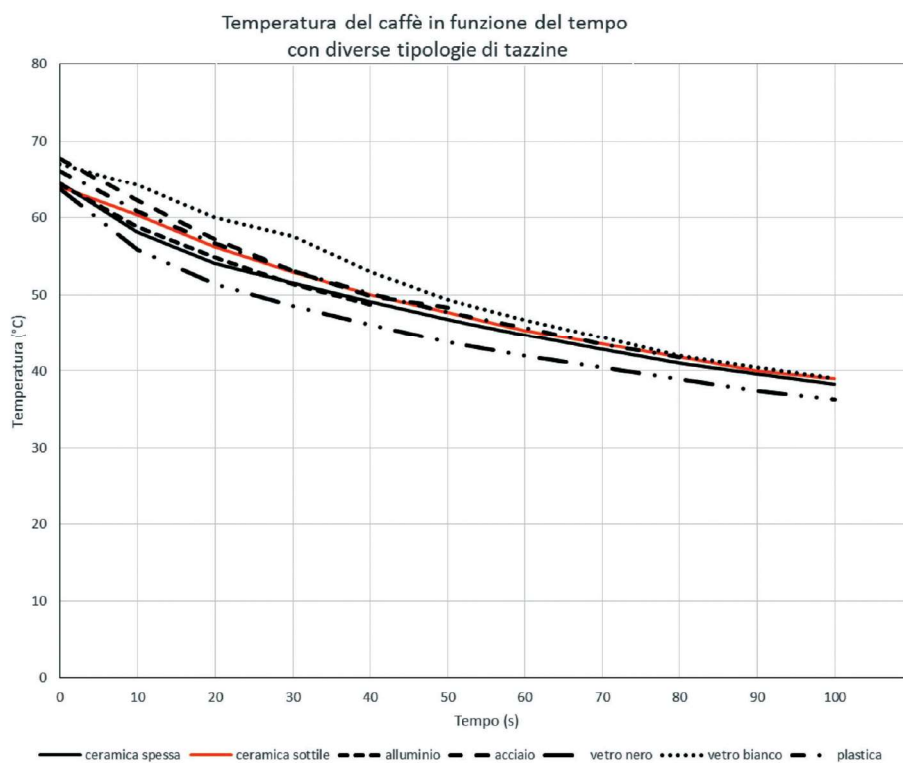
La fase sperimentale si avvale della seconda parte della scheda n. 2 che guida il gruppo nella documentazione delle fasi di lavoro (*EXPLAIN*) e nell'interpretazione dei risultati.

## Scheda n. 2

Scelta dell'esperimento
1. Domanda: Quale tazzina mantiene il caffè caldo più a lungo?
2. La proposta di esperimento del nostro gruppo (prima di provare):
3. Descrizione dell'esperimento
4. Descrizione dei risultati
5. Che cosa ho imparato?

La descrizione dei risultati avviene generalmente con la compilazione di schemi o tabelle (a), la costruzione di grafici, con richiesta di utilizzo di carta millimetrata (b) o di elaborazione dei dati raccolti su foglio elettronico (c). Di seguito sono riportati alcuni esempi di raccolta dati da parte di gruppi di docenti ed elaborazione dei dati raccolti su carta millimetrata o foglio elettronico.

## Elaborazione dati e grafici



I diversi approcci sperimentali, le scelte di materiali, di intervalli di misura, di temperature iniziali e finali del caffè, producono risultati non facilmente interpretabili, che necessitano chiarimenti teorici.

I risultati ottenuti smentiscono i luoghi comuni per i quali le tazzine di ceramica spesso sarebbero le più adatte, mentre il vetro, la ceramica sottile, la plastica mostrano minore velocità di raffreddamento.

Si deve considerare il fatto che esistono due processi di dispersione del calore del caffè: 1 - cessione di calore dal caffè alla tazzina; 2 - cessione di calore dalla tazzina riscaldata all'ambiente.

La velocità di raffreddamento (2) di un oggetto dipende infatti dalla superficie, dalla massa, dal calore specifico, dalla temperatura dell'ambiente esterno ( $T_a$ ) e dalla temperatura del corpo stesso  $T$ . Una relazione approssimata è data dalla legge di Newton per il raffreddamento.

$$\frac{dT(t)}{dt} = -h(T(t) - T_a)$$

dove  $t$  indica il tempo e  $h$  è il **coefficiente di trasferimento termico**, che può essere stimato sperimentalmente proprio misurando la temperatura  $T$  del liquido che si raffredda in funzione del tempo.

La temperatura decresce con legge esponenziale (1), tendendo per tempi lunghi alla temperatura dell'ambiente esterno. Una verifica approssimata di un andamento esponenziale non risulta difficile anche con mezzi minimi, come una sorgente di calore, un termometro, un orologio e un po' di attenzione nella sperimentazione (3).

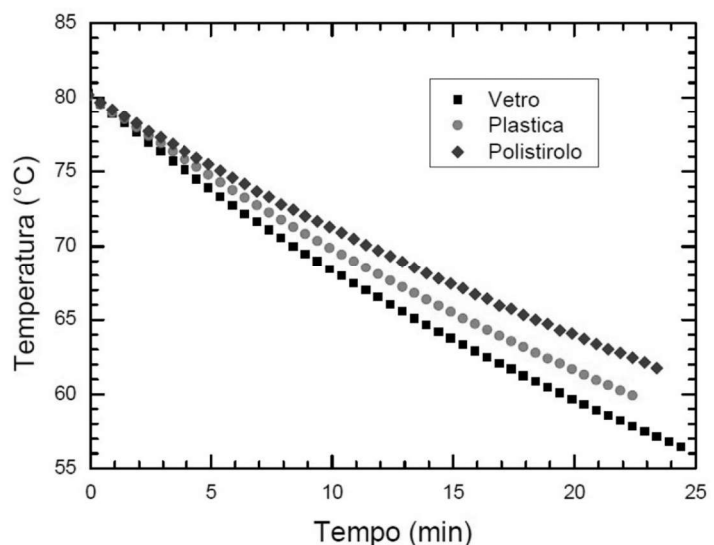


Grafico della temperatura dell'acqua in funzione del tempo (contenitore in plastica, vetro, polistirolo). L'errore associato alle misure è inferiore alle dimensioni dei simboli. (da Fenomeni transitori in fisica- R. Conti 2011/12, pag. 14. (3)

## Osservazioni

Analizzando i lavori dei docenti nelle varie sessioni di formazione sono emerse alcune difficoltà sui nodi concettuali.

Sono state tenute in considerazione troppe variabili contemporaneamente: sezione delle tazzine, tipo di materiale, non sviluppando il problema come sistema complesso: tazzina, liquido, ambiente.

La modellizzazione è stata estremamente semplificata.

La scelta degli intervalli di tempo non è sempre stata adeguata al fenomeno; si è passati a misurare le temperature del caffè scegliendo o intervalli di pochi secondi o addirittura due o tre minuti.

Si è rilevato inoltre l'uso non corretto del termometro; infatti spesso la punta del termometro digitale toccava il fondo della tazzina.

L'argomento si rivela più complesso di quanto può sembrare in un primo approccio e pertanto merita un approfondimento teorico per evitare misconoscenze.

Il calore è qualcosa di contenuto negli oggetti, che hanno la proprietà di essere caldi o freddi (il ferro è freddo, la lana è calda...) indipendentemente dall'ambiente in cui sono inseriti.

- Le temperature sono additive mentre nell'esperienza pensata a livello qualitativo (aggiungo acqua fredda all'acqua del bagno che scotta per intiepidirla...) nessuno ha dubbi sul fatto che la temperatura finale sia intermedia rispetto a quelle iniziali, la considerazione è meno ovvia di fronte alla proposta in cui vengono quantificate masse e temperature
- Si confondono i termini calore e temperatura o si attribuiscono loro significati ingenui (calore come caldo, "il calore del sole", "il calore del fornello")
- Si fatica a riconoscere i sistemi interagenti, specie se nel flusso di calore non sono coinvolte sorgenti primarie. In particolare è spesso trascurato il ruolo del sistema ambiente e/o quello del corpo umano.

## ALLEGATI

Quest'attività può essere adattata ai vari livelli scolari, dalla IV primaria al biennio della secondaria di II grado.

Tabella riassuntiva delle attività del modulo

Sessione	Titolo	Ciclo
1a- 1b	Caldo o freddo?	A, B
2a-2b	Come mantenere calda (o fredda) l'acqua contenuta in una lattina	A, B
3	Mescolare acqua	B, C
4	Il thermos	A, B, C

A: primaria B: secondaria I grado C: secondaria II grado

**Discipline coinvolte:** scienze, matematica, tecnologia, italiano.

**Tempi di realizzazione:** 4-8 ore

### Riferimento alle Indicazioni Nazionali per il curricolo

Obiettivi di apprendimento	
<b>Scuola primaria classe V</b>	Individuare nell'osservazione di esperienze concrete alcuni concetti scientifici quali: temperatura, calore. Osservare e utilizzare semplici strumenti di misura imparando a servirsi di unità convenzionali. Individuare le proprietà di alcuni materiali. Osservare e schematizzare relazioni tra variabili esprimendole anche in forma grafica
<b>Scuola secondaria I grado</b>	Utilizzare concetti fisici fondamentali quali calore e temperatura in varie situazioni di esperienza. Raccogliere dati su variabili quali temperatura e tempo, trovare relazioni quantitative e rappresentarle in varie modalità.
<b>Scuola secondaria di II grado</b>	Osservare e identificare fenomeni, affrontare e risolvere semplici problemi usando gli strumenti matematici adeguati. Avere consapevolezza dei vari aspetti del metodo sperimentale. Analizzare criticamente dati e l'affidabilità del processo di misura.

### Competenze

- Riconoscere le sorgenti di calore più comuni
- Interpretare la sensazione termica come un effetto dell'interazione tra il nostro corpo, l'oggetto toccato e l'ambiente
- Individuare il ruolo della massa e del tipo di materiale nell'interazione termica
- Classificare materiali diversi sulla base della loro conducibilità
- Formulare ipotesi consistenti con l'evidenza sperimentale
- Individuare regolarità nell'andamento di un dato fenomeno
- Utilizzare termometro e cronometro e stimare l'incertezza nella misura
- Raccogliere i dati in tabelle, costruire ed interpretare semplici grafici

### Sessione 1a: CALDO O FREDDO?

Considerate l'acqua contenuta in tre recipienti davanti a voi.

1. Registrate nella tabella le sensazioni termiche che provate dopo aver introdotto la mano nell'acqua di ciascun recipiente.
2. Successivamente misurate con il termometro la temperatura dell'acqua nei tre casi e registratela:

	Sensazione termica	Temperatura [°C]
Acqua 1		
Acqua 2		
Acqua 3		

- Le temperature sono in accordo con le vostre sensazioni?
- Eseguite ora le seguenti operazioni e rispondete alle domande:  
Tenete immersa per un po' la mano nell'acqua 2 e poi mettetela nell'acqua 1. Come sentite l'acqua?
- Tenete immersa per un po' la mano nell'acqua 3 e dopo nell'acqua 1. Come sentite l'acqua?
- Se lasciate l'acqua 1, l'acqua 2 e l'acqua 3 riposare per tutta la notte, che temperatura prevedete di trovare in ciascun recipiente?
- Scrivete le vostre conclusioni.

### Sessione 1b: caldo o freddo?

Sul tavolo ci sono oggetti costituiti da materiali diversi. Toccateli e riportate le vostre sensazioni (caldo, tiepido, freddo, né caldo né freddo...) nella prima riga della tabella:

- Riordinate gli oggetti sul tavolo sulla base delle sensazioni provate (dal più caldo al più freddo) e riportate sulla scheda la sequenza:
- A cosa sono dovute, secondo voi, le differenze riscontrate?
- Se misurate con il termometro la temperatura dei diversi oggetti del quesito n. 1, vi aspettate di trovare valori diversi o uguali tra loro? Perché?

	Materiale di cui è fatto l'oggetto									
	metallo	legno	vetro	plastica	lana	cotone	ceramica	segatura	polistirolo	...
sensazione										
temperatura										

- Eseguite la misura e riportate i risultati nella seconda riga della tabella. A cosa sono dovute, secondo voi, le eventuali differenze riscontrate?
- Confrontate temperatura e sensazione termica per ciascun oggetto cercando di interpretare le eventuali differenze

### Sessione 2a: Come mantenere calda l'acqua contenuta in una lattina

Si vuole mantenere il più a lungo possibile calda l'acqua contenuta in un recipiente. Immaginate di avere 5 lattine riempite d'acqua calda, di cui una lasciata libera e ciascuna delle altre avvolta con uno dei seguenti materiali:

lana, cotone, foglio di alluminio, plastica "a bolle"

1. L'acqua calda resterà più a lungo calda nella lattina libera o in una delle lattine ricoperte? Giustificate la risposta.
2. Quale tra i materiali sopra indicati, secondo voi, mantiene più a lungo calda l'acqua? Quale meno? Giustificate la risposta
3. Verificate le vostre ipotesi attraverso un esperimento.

### **Cosa abbiamo a disposizione:**

5 lattine da bibita (o beute), stoffa di lana, stoffa di cotone, foglio di alluminio e plastica "a bolle" di misura adatta per avvolgere completamente le lattine, 5 termometri, nastro adesivo, forbici, elastici, orologio, fornello, pentola, presina, imbuto, mestolo.

### **Come procedere?**

- Riscaldare 1,5 l d'acqua fino a circa 85°C.
- Avvolgete 4 lattine (o 4 beute) con i materiali a disposizione, fissateli con nastro adesivo o elastici lasciando libera una parte per chiudere successivamente anche sopra la lattina, lasciate una lattina senza avvolgimento per il confronto.
- Versate, servendovi di mestolo ed imbuto, l'acqua calda in una lattina (o beuta) contando con quanti mestoli si riempie quasi completamente. Infilate il termometro nella lattina (o beuta), coprite anche la parte superiore (aiutandovi eventualmente con un elastico), rimescolate un po' l'acqua e leggete la temperatura. Prestate attenzione a non bagnare l'avvolgimento. Ripetete queste operazioni per le altre lattine, versando in ciascuna la stessa quantità d'acqua e controllando che la temperatura dell'acqua nelle cinque lattine differisca al massimo di due o tre gradi (si deve quindi cercare di essere veloci, oppure riscaldare nuovamente l'acqua).
- Misurate ad intervalli regolari di dieci minuti la temperatura raggiunta in ogni lattina e riportate man mano nella prima tabella i valori misurati. È opportuno raccogliere almeno otto letture.

### **Analisi dei risultati**

- Costruite sul quaderno 5 grafici a barre per rappresentare i risultati di ciascuna lattina, riportando per ognuno in orizzontale il tempo ed in verticale la temperatura.
- Osservate ciascun grafico. Di quanto scende, tra l'inizio e la fine dell'esperimento, la temperatura? Scende sempre con lo stesso ritmo, o in alcuni intervalli di tempo più velocemente ed in altri più lentamente? Avete altre osservazioni da fare?
- Confrontate i grafici tra loro. In quale la temperatura, alla fine dell'esperimento, è scesa di più? In quale di meno? Avete altre osservazioni da fare?
- Che temperatura vi aspettate di registrare, nei diversi contenitori, dopo molte ore? Perché?



## Raccolta dati

### ACQUA (CALDA) FREDDA

	Non isolata	Con...	Con...	Con...	Con...
tempo (s)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)	T(°C)
0					
5					
10					
...					

## Verificate l'ipotesi

### Sessione 2b: Come mantenere fredda l'acqua contenuta in una lattina

Abbiamo a disposizione 5 lattine riempite con acqua molto fredda, di cui una lasciata libera e ciascuna delle altre avvolta con uno dei materiali utilizzati per l'acqua calda.

1. L'acqua fredda resterà più a lungo fredda nella lattina libera o in una delle lattine ricoperte?  
Giustificate la risposta.
2. Quale tra i materiali sopra indicati mantiene più a lungo fredda l'acqua? Quale meno? Giustificate la risposta.
3. Riportare i dati nella tabella, costruite ed interpretate i grafici.

## Conclusioni

- Cosa concludete riguardo ai materiali per mantenere il freddo?
- Quali osservazioni fate riguardo alla variazione di temperatura nel tempo?

### Sessione 3: Mescolare acqua

1. Quali previsioni potete fare sulla temperatura finale dell'acqua, quando si effettuano i mescolamenti sotto indicati?
  - 300 g d'acqua alla temperatura di 60°C e 300 g d'acqua alla temperatura di 20°C
  - 200 g d'acqua alla temperatura di 60°C e 400 g d'acqua alla temperatura di 20°C
  - 400 g d'acqua alla temperatura di 60°C e 200 g d'acqua alla temperatura di 20°C
  - 300 g d'acqua alla temperatura di 20°C e 300 g d'acqua alla temperatura di 20°C
2. Provate a fare i mescolamenti previsti, seguendo questa traccia:  
Cosa serve: una vaschetta di polistirolo, un pentolino, un termometro, una bilancia, un recipiente per l'acqua fredda, una presina, un sottopentola  
Cosa fare:

- riempite il pentolino d'acqua e riscaldatela fino a 60° con il fornello elettrico
  - appoggiate la vaschetta di polistirolo sulla bilancia, azzerate la tara e versate 300 g ( $m_1$ ) d'acqua riscaldata;
  - misurate la temperatura  $T_1$  dell'acqua riscaldata e chiudete subito dopo con il coperchio la vaschetta
  - pesate 300 g ( $m_2$ ) d'acqua non riscaldata e misurate la sua temperatura  $T_2$
  - riaprire la vaschetta, versate l'acqua a temperatura  $T_2$ , chiudete subito con il coperchio
  - agitate delicatamente la vaschetta e dopo due o tre minuti misurate il valore della temperatura raggiunta dall'acqua
  - ripetete la prova con le altre coppie di quantità d'acqua
3. Riportate i risultati delle prove nella tabella:

$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)	$T_{eq.}$ (°C)

- Perché i mescolamenti sono stati effettuati nella vaschetta di polistirolo?
- Le vostre previsioni erano corrette?
- Riuscireste a trarre una conclusione da questa serie di prove?

#### Sessione 4. Il Thermos

Il Thermos è un contenitore che serve per mantenere cibi e bevande calde (o fredde), isolandole dall'ambiente esterno. Si portano in classe dei contenitori termici e si osservano le caratteristiche di ognuno e in particolare i materiali di cui sono fatti. Si tratta di borse termiche con superficie di grande spessore costituite da materiali in plastica morbidi (contenenti aria); thermos per bevande e alimenti con doppia superficie, spessa, lucida; vaschette per il gelato in polistirolo, ecc.

#### Bibliografia e sitografia

Sciarretta M.R., Stilli R., Vicentini Missoni M., 1990: Le proprietà termiche della materia - Nozioni di senso comune di studenti e insegnanti – La Fisica nella Scuola, XXIII, 1

<http://www.df.unipi.it/~maccarr/ssis/dati.jpg>

<http://www.ba.infn.it/~palano/lab/pdf/sec11.pdf>

<https://fisicaechimica.unipa.it/agliolo/didattica/matematica/tesi/Fenomeni%20transitori%20in%20fisica.pdf>

## *Facciamo una investigazione: la permeabilità*

**Livello scolastico:** Scuola secondaria di primo grado

### **Introduzione**

L'attività proposta è stata inserita all'interno di una unità di apprendimento dal titolo "Il terreno sotto i nostri piedi".

Agli alunni è stato proposto di effettuare un lavoro di ricerca sulla tematica del terreno, utilizzando il metodo investigativo partendo dall'osservazione focalizzata. All'interno di questo percorso è stato scelto di approfondire, la tematica della permeabilità. L'attività è iniziata con una investigazione che aveva come situazione stimolo l'osservazione di alcune fotografie, individuate in internet, che mettevano in evidenza il diverso comportamento del terreno nei confronti dell'acqua a seconda della diversa permeabilità e quindi composizione del suolo. Sulla base delle loro riflessioni e dopo aver creato una mappa concettuale della parola permeabilità, gli alunni hanno creato a gruppi delle domande investigabili relative a situazioni concrete, per comprendere l'importanza della conoscenza della permeabilità di un terreno.

Alcune delle domande proposte sono state:

*Quale terreno è più adatto per poter giocare a pallone, il prima possibile, dopo una giornata di intensa piovosità?*

*Come possiamo fare per scoprire se un terreno è ben drenato o potrà allagarsi nei periodi di intensa piovosità?*

*In quale terreno posso far crescere meglio le carote?*

Al termine delle osservazioni e delle sperimentazioni ogni alunno in base alle competenze evidenziate (artistiche, informatiche, di scrittura di testi) ha collaborato alla realizzazione di un cartellone, utilizzando anche la realtà aumentata, per presentare ai genitori l'attività svolta.

### **Sviluppo dell'attività**

#### **Engage**

Sono state fornite alcune immagini riportate nella Fig. 1, ed è stato chiesto ai ragazzi di individuare gli elementi che le caratterizzano.

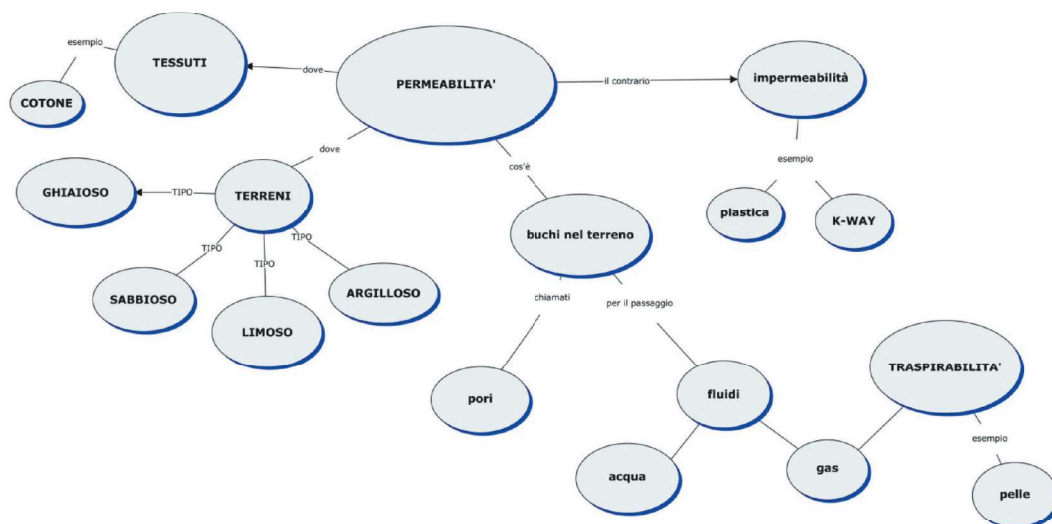


Figura 1. Immagini di diversi tipi di terreno.

Inizialmente i ragazzi hanno osservato e descritto individualmente le fotografie e in seguito hanno condiviso nel gruppo le idee personali. Sulla base dei risultati ottenuti dalla discussione in gruppo sono state condivise con la classe le diverse osservazioni.

Dopo questo confronto è stata individuata la parola chiave che collegava le diverse fotografie. La scelta della parola chiave *permeabilità* è avvenuta dopo una discussione guidata con tutta la classe. Nella fase successiva gli alunni hanno costruito una mappa concettuale sulla parola chiave individuata.

### Mapa concettuale prodotta dai ragazzi



In seguito gli alunni hanno prodotto delle domande investigabili relative a situazioni concrete, per comprendere l'importanza della conoscenza della permeabilità di un terreno. Le domande dovevano essere proposte al fine di risolvere problemi concreti, dove risultava necessario conoscere la permeabilità di un terreno.

Le fasi successive del lavoro sono state le seguenti.

Ciascuno formulava la propria ipotesi collegata alla domanda di ricerca scelta e dopo averla condivisa con il gruppo, la proposta veniva scritta su un cartellone

e presentata alla classe. Con l'intera classe si discuteva sulla proposta esposta, per valutare l'effettiva fattibilità del percorso proposto anche sotto l'aspetto della sicurezza. A questo punto gli esperimenti pianificati venivano eseguiti dagli studenti. Al termine di questa fase i risultati raccolti attraverso le misurazioni effettuate venivano presentati alla classe accompagnati dal procedimento seguito. Al termine dell'attività ognuno realizzava la stesura della relazione scritta sull'esperienza effettuata mettendo in evidenza anche i punti di criticità incontrati.

Sono riportati alcuni esempi del lavoro realizzato dai ragazzi.

### Primo esempio.

#### Domanda investigativa

*«Come possiamo fare per scoprire se un terreno è ben drenato o potrà allagarsi nei periodi di intensa piovosità?»*

*Abbiamo ipotizzato che:*

- *«I ciottoli avrebbero lasciato passare una maggiore quantità di acqua rispetto alla sabbia e alla terra da giardino»*
- *«Nel caso dell'argilla non eravamo sicuri, tra di noi c'era chi diceva che l'acqua non sarebbe passata mentre altri dicevano che ne sarebbe passata almeno un po'»*

<b>Materiali</b>	<b>Procedimento</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diversi tipi di terreno: ghiaia - sabbia - terra da giardino - argilla</li> <li>➤ 4 bicchieri di plastica</li> <li>➤ 4 piatti di plastica fondi</li> <li>➤ Un punteruolo</li> <li>➤ Un becher</li> <li>➤ Cotone</li> <li>➤ Una siringa senza ago</li> <li>➤ 400 ml di acqua</li> </ul>	<p><i>«Abbiamo forato il fondo di un bicchiere di plastica con un punteruolo mettendo poi sul fondo un po' di cotone, in modo da lasciare passare l'acqua ma non il terreno.»</i></p> <p><i>«In seguito abbiamo messo la stessa quantità di terreno in ogni bicchiere, circa <math>\frac{3}{4}</math>.»</i></p> <p><i>«Abbiamo riempito un becher con 400 ml di acqua e ne abbiamo versati 100 ml in ogni bicchiere, sopra il terreno.»</i></p> <p><i>«Abbiamo messo un piatto sotto il primo bicchiere per raccogliere l'acqua prelevata e misurata con una siringa.» Fig. 2, Tab. n° 1</i></p>

## Sperimentazione



Figura 2. Fasi del lavoro

Tabella 1.

Terreni	Acqua versata	Acqua prelevata
Terra da giardino	100 ml	60 ml
Sabbia	100 ml	50 ml
Ghiaia	100 ml	100 ml
Argilla	100 ml	5 ml

## Conclusioni

- *«Come avevamo ipotizzato la ghiaia ha fatto passare tutta l'acqua.»*
- *«La sabbia e la terra da giardino, forse se fosse passato più tempo avrebbero permesso all'acqua di passare quasi totalmente.»*
- *«L'argilla lascia passare l'acqua ma in tempi lentissimi.»*
- *«Quindi in periodi di intensa piovosità nei terreni ghiaiosi l'acqua non si fermerà, mentre in quelli sabbiosi o con terra da giardino ci sarà un parziale drenaggio. Infine in quelli argillosi il terreno si allagherà per alcuni giorni prima di ritornare asciutto.»*

## Secondo esempio

### Domanda investigativa

*«Come possiamo fare per scoprire se un terreno è adatto per far crescere bene le piante e non farle seccare?»*

*«Abbiamo ipotizzato che:*

*«Il terreno che lascia passare l'acqua, ma non troppo in fretta, sarà quello adatto!»*

Materiali	Procedimento
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Quattro tipi diversi di materiali: terreno da giardino - sabbia fine - ghiaia - sabbia grossa</li><li>➤ Quattro bottiglie</li><li>➤ Quattro misurini da 200 ml</li><li>➤ Quattro bicchieri di plastica</li><li>➤ Un cronometro</li><li>➤ Cotone</li><li>➤ Taglierino</li></ul>	<p><i>«Chiudere il tappo della bottiglia e mettere del cotone nella parte finale del collo della bottiglia, come filtro.»</i></p> <p><i>«Versare all'interno delle bottiglie i terreni nella stessa quantità.»</i></p> <p><i>«Appoggiare le bottiglie sopra i quattro misurini.»</i></p> <p><i>«Togliere il tappo.»</i></p> <p><i>«Versare 200 ml di acqua nelle quattro bottiglie.»</i></p> <p><i>«A intervalli regolari contare quanti ml di acqua vengono raccolti.» Fig 3, Tab. n° 2</i></p>

## Sperimentazione



Figura 3. Fasi del lavoro

Tabella 2.

Tempo	Ghiaia	Sabbia fine	Sabbia grossa	Terreno da giardino
10 sec	180 ml	70 ml	80 ml	0 ml
30 sec	200 ml	140 ml	170 ml	30 ml
2 minuti	200 ml	200 ml	200 ml	100 ml

## Conclusioni

- *«I terreni in cui l'acqua passa velocemente non sono adatti per far crescere bene le piante.»*
- *«L'acqua deve passare lentamente e non completamente, quindi il terreno da giardino è risultato il più adatto.»*

## Terzo esempio

### Domanda investigativa

*“In quale campo potrà giocare prima a pallone dopo un acquazzone?”*

*Abbiamo ipotizzato che:*

*«Il terreno ghiaioso impiegherà meno tempo a ritornare asciutto.»*

Materiali	Procedimento
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 3 bottiglie</li><li>➤ Cotone</li><li>➤ 3 tipi di terreno argilloso- sabbia-ghiaia</li><li>➤ Acqua un bicchiere</li><li>➤ 3 imbuto</li><li>➤ 3 bicchieri di carta</li><li>➤ Un cronometro</li></ul>	<p>«Versare in tre bottiglie la stessa quantità di terreno.»</p> <p>«Mettere un pezzo di cotone sul collo della bottiglia.»</p> <p>«Versare un bicchiere di acqua.»</p> <p>«Misurare il tempo necessario per far passare l'acqua.» Fig. 4, Tab. n° 3</p>

## Sperimentazione

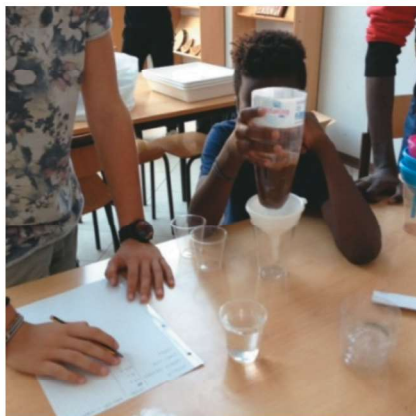


Figura 4. Fasi del lavoro

Tabella 3.

Terreno	Tempo
Ghiaia	3 secondi
Sabbia	9 secondi
Argilloso	10 minuti

## Conclusioni

- *Nel terreno ghiaioso l'acqua è passata velocemente come avevamo ipotizzato, ma anche nel terreno sabbioso il tempo è stato ridotto.*
- *Quindi nei terreni ghiaiosi, ma anche sabbiosi l'acqua passa velocemente, mentre in quelli argillosi molto lentamente.*



## Riflessioni sull'attività

Questo percorso ha permesso di avvicinare gli alunni al concetto di permeabilità, coinvolgendoli in un compito autentico. Sono stati avvicinati a contesti quotidiani, inseriti nella loro realtà, dove hanno dato significato al termine permeabilità. Attraverso l'osservazione di alcune immagini relative alle diverse tipologie di terreno, i ragazzi sono stati guidati a svolgere un percorso che metteva al centro dell'attività la loro capacità di formulare domande investigative, pianificando un percorso sperimentale, raccogliendo e tabulando evidenze. Durante tutta l'attività i ragazzi hanno proceduto in modo autonomo, i momenti di confronto sono avvenuti durante le fasi di esposizione dei risultati ottenuti dalle osservazioni delle foto, dalla presentazione delle loro mappe concettuali, delle loro domande investigative ed infine dai risultati ottenuti con la sperimentazione. In particolare l'individuazione delle domande da investigare è stato per loro un compito complesso. Le domande proposte dovevano essere formulate in modo da permettere l'investigazione, fare misure e raccogliere dati per trovare la soluzione migliore.

## Sitografia

<http://www.mondopadano.it/stories/attualità>

<http://www.girdinaggio.org/orto/ortaggi>

<http://www.regioneambiente.it/acqua/risorse>

<http://www.cmap.ihmc.us>

# L'IBSE dalla secondaria di I° alla secondaria di II°

MARIADA MUCIACCIA, DANIELA PADULA E SIMONETTA SORO

---

## *Vitamin Power: il salvavita del marinaio*

### **Abstract**

Oggi è quanto mai attuale far riflettere gli studenti su un aspetto fondamentale della loro vita, l'alimentazione, esaminata nell'ambito dello studio della biochimica. Non è possibile però coinvolgere gli studenti attraverso la mera descrizione di sequenze di reazioni chimiche che avvengono nell'organismo. È fondamentale agganciare i concetti alla vita quotidiana degli studenti e adottare nuove metodologie, nuove curvature nella didattica che li rendano protagonisti del loro apprendimento. Abbiamo utilizzato un approccio IBSE e ripercorso la storia della scoperta della Vitamina C, in modo da portare a comprendere l'importanza di sostanze antiossidanti come la Vitamina C, a livelli di complessità crescenti, accessibili a studenti della primaria, della secondaria di primo e secondo grado.

È possibile riflettere sull'importanza degli antiossidanti nella dieta giornaliera e sui loro meccanismi di azione a livello cellulare attraverso: i) l'osservazione degli effetti degli ossidanti e dei radicali liberi, ii) la sperimentazione della capacità della Vitamina C di convertirsi rapidamente, iii) la misura della velocità della reazione anche in particolari condizioni che simulano l'attività della Vitamina C in vivo nella "clock reaction".

### **Introduzione**

Il percorso proposto è attuabile nella scuola secondaria di primo e secondo grado ed utilizza come metodologia didattica, l'approccio IBSE (Inquiry Based Science Education) (Harlen, W., 2009). I pilastri di questo approccio si basano sul fatto che gli studenti sono coinvolti con una domanda produttiva (engage-coinvolgimento), a seguire gli studenti formulano ipotesi, pianificano il percorso sperimentale, raccolgono evidenze sperimentali per rispondere alla domanda investigabile (evidence-evidenze); formulano spiegazioni basate su evidenze sperimentali (explanation-spiegazione), valutano le spiegazioni proposte confrontandole con le conoscenze scientifiche e considerando spiegazioni alternative (evaluation-valutazione). Infine, non in termini cronologici, gli studenti comunicano e argomentano le spiegazioni (communication-comunicazione). Questo approccio prevede l'istaurarsi di un ciclo virtuoso per cui nella ricerca di risposte alle prime domande, grazie anche all'innesco

della curiosità negli alunni protagonisti del loro percorso di apprendimento, se ne vedranno nascere sempre di nuove (Bybee, R. W., 2006).

Partendo dall'importanza di far riflettere gli studenti sulle loro abitudini alimentari e dalla necessità, a vari livelli scolastici, di trattare argomenti che prevedono lo studio di reazioni che avvengono nel nostro organismo legate ai nutrienti che immettiamo con la dieta, questo lavoro propone due possibili percorsi con sequenze logiche complementari. Il primo parte dall'importanza della Vitamina C nella nostra dieta con un approccio epistemologico e storico (Burreson, J. & Le Couteur, P., 2006) che ricostruisce le scoperte legate alla malattia denominata scorbuto (Butler, A.R., & Gash, R., 1993).

Questa fase iniziale del percorso didattico, con valenza di Engage/coinvolgimento tipico dell'approccio IBSE, porterà gli studenti a domandarsi quali alimenti che immettono nella loro dieta quotidiana, contengano Vitamina C e in che quantità. Si domanderanno se la Vitamina C è una molecola stabile e quali sono le condizioni di conservazione degli alimenti per mantenere attiva la Vitamina C. Il ciclo virtuoso di domande li porterà a chiedersi quale sia il ruolo della Vitamina C e come agisce come antiossidante. Per i più grandi sarà possibile con l'utilizzo della *clock reaction* simulare un modello di reazione dove la Vitamina C si ossida a spese di altri composti. Questa attività potrà inoltre essere utilizzata dall'insegnante per introdurre o approfondire la cinetica chimica e le reazioni radicaliche.

Il secondo percorso, più adatto come approccio alla scuola secondaria di primo grado, parte invece dall'osservazione del fenomeno dell'imbrunimento di una mela, per evidenziare il processo di ossidazione. Il fenomeno può essere prevenuto attraverso l'utilizzo di antiossidanti, tra cui emergerà sicuramente il succo di limone che scopriranno, con attività di ricerca, contenere Vitamina C. Da qui le attività per quantificare il contenuto di Vitamina C in differenti succhi confezionati e spremute più o meno fresche. Anche in questo caso si potranno portare gli studenti a riflettere sulle parole "radicali liberi" spesso utilizzate tra i media in spot pubblicitari. Sostanze come la Vitamina C possono ridurre i danni causati dai radicali liberi sacrificandosi al posto di altre specie e prevenendo i relativi danni biologici. Per lo studio delle reazioni radicaliche si propone una attività da poter svolgere anche con gli studenti più piccoli.

**Lo scorbuto** era la maledizione dei marinai, più di ogni tempesta, sin dagli antichi greci. Gonfiore alle ossa, febbre, anemia, emorragie gengivali, perdita di peso, dolori muscolari. Il merito di aver scoperto quali alimenti fossero in grado di prevenire la malattia va a James Lind, chirurgo della Marina Reale britannica. Nel 1747, Lind sottopose 12 marinai colpiti dallo scorbuto a quello che viene considerato il primo studio con gruppo di controllo della storia. A una mezza dozzina, Lind aggiunse al rancio quotidiano una porzione di arance e lime, e osservò che questa nuova dieta migliorava la loro salute. Nessuno, però, sapeva cosa rendesse la frutta e la verdura fresche l'unico possibile rimedio allo scorbuto. Era chiaro, quindi, che ci fosse un agente antiscorbutico (termine coniato tra la fine del XVIII e l'inizio del XIX secolo) in tutti questi alimenti. Occorrerà aspettare il 1912, quando il biochimico

polacco Kazimierz Funk enunciò il concetto di vitamine: “nutrienti non-minerali fondamentali per la vita da assumersi con la dieta”. L’agente misterioso venne battezzato “Vitamina C” nel 1921. All’inizio degli anni ’30 due gruppi di ricerca erano in “competizione” per isolare l’agente misterioso: quello dell’ungherese Albert Szent-Györgyi che lavorava sull’acido hexuronico dal surrene e quello dell’americano Charles Glenn King che aveva isolato un acido, chiamato ascorbico, dal succo di limone. Nel 1932 si dimostrò che i due acidi erano la stessa molecola: la misteriosa Vitamina C.

Gli obiettivi delle attività proposte sono:

- Comprendere come la Vitamina C abbia un’azione di ritardo dei processi ossidativi
- Introdurre i processi ossido-riduttivi
- Comprendere i meccanismi della formazione di radicali liberi dell’ossigeno
- Osservare gli effetti dell’ossidazione e dei radicali liberi
- Comprendere le proprietà e i cambiamenti della materia
- Acquisire capacità di fare previsioni ed individuare variabili
- Acquisire capacità di condurre misure semi quantitative e quantitative
- Comprendere le basi della cinetica chimica

I riferimenti alle indicazioni nazionali del curriculum sono:

### Scuola secondaria di primo grado

Sapere	Saper fare
Funzione nutritiva	Classificare gli alimenti in base ai principi alimentari
Gli alimenti e i loro componenti	Valutare l’equilibrio della propria alimentazione
Il controllo dell’alimentazione	Fare un esame del proprio stile di vita alimentare; consumare in quantità adeguata frutta e verdura

### Scuola secondaria di secondo grado

Licei	Istituti tecnici
<p>Saper effettuare connessioni logiche e stabilire relazioni.</p> <p>Classificare, formulare ipotesi, trarre conclusioni.</p> <p>Risolvere problemi.</p> <p>Applicare le conoscenze acquisite a situazioni della vita reale.</p>	<p>Osservare e descrivere semplici fenomeni naturali per poi analizzarli, individuando le variabili che li caratterizzano.</p> <p>Progettare semplici esperienze di laboratorio eseguendo nella corretta sequenza le operazioni necessarie, le rilevazioni di dati e le misure occorrenti.</p> <p>Formulare una legge empirica oppure un’ipotesi valutandone il grado di attendibilità, attraverso una indagine sperimentale.</p>

## Attività 1

La storia dello scorbuto e della Vitamina C è stata utilizzata, anche con l'ausilio di video ([https://www.youtube.com/watch?v=B61ddILMPUQ&index=2&list=PLGdE\\_933SiLq9zyEeCrkx7MYfD5iYkzqI](https://www.youtube.com/watch?v=B61ddILMPUQ&index=2&list=PLGdE_933SiLq9zyEeCrkx7MYfD5iYkzqI) e <https://www.youtube.com/watch?v=qxSPIRL7Rcc>), come fase iniziale di coinvolgimento e motivazione degli studenti, rappresentando l'Engage dell'approccio IBSE.

Nascono le prime domande produttive: Quali sono le conseguenze di una sua carenza? Dove si trova? Come individuarne la presenza negli alimenti?

## Attività 2

Utilizzando la contestualizzazione e lo *story telling* agli alunni viene posta la seguente situazione: “Gianni e Pino sono due colleghi che lavorano in un laboratorio di analisi. Il primo è un grande consumatore di succo di arancia mentre il secondo preferisce vari tipi di frutta fresca, entrambi sostengono che la propria scelta garantisce le migliori proprietà antiossidanti grazie all'elevata concentrazione di vitamina C (acido L-ascorbico,  $C_6H_8O_6$ ). Decidono quindi di stabilire chi dei due ha ragione...“ Si pongono quindi gli studenti di fronte la seguente domanda investigabile “Chi è più ricco di vitamina C? Metti a punto una metodica con i materiali e i reagenti disponibili, per sistemare in ordine crescente di contenuto di vitamina C gli alimenti a disposizione.” A supporto viene mostrato un video sull'utilizzo della tintura di iodio come indicatore della presenza di amido, informazioni sulla reazione tra iodio e vitamina C e un elenco di materiali.

Gli alunni saranno spronati a pensare singolarmente ad una proposta operativa che poi verrà condivisa in piccoli gruppi ed esposta alla classe con l'utilizzo di cartelloni. Solo dopo questa fase di confronto e condivisione verranno dati loro i materiali e la possibilità di sperimentare (Fig. 1).



**Figura 1.** La sperimentazione dell'attività 2: la misura semiquantitativa del contenuto di Vitamina C

In questa fase o dopo le prime sperimentazioni l'insegnante guiderà gli alunni all'individuazione di possibili variabili, alla necessità di avere dei controlli e protocolli che possano permettere di confrontare i dati. A questo punto si passerà da un approccio qualitativo ad uno semiquantitativo/quantitativo. Gli alunni delle scuole

superiori degli istituti tecnici si potranno spingere nel settore analitico delle titolazioni iodometriche. Tutti gli altri potranno ugualmente confrontare i dati attraverso la misura del numero di gocce di tintura di iodio utilizzate.

L'attività potrà continuare valutando la stabilità della Vitamina C nel tempo in riferimento alle condizioni di conservazione (succhi e spremute di più giorni, effetto della temperatura su processi di degradazione)

### Attività 3

L'attività parte dall'osservazione di una mela tagliata che rapidamente si imbrunisce. Si chiede agli alunni di prevedere quali sostanze (anche quelle che si possono comunemente trovare in casa: aceto, bicarbonato di sodio, sale, zucchero, limone, arancia) possano essere utilizzate per prevenire l'imbrunimento. Alle previsioni si fa seguire la sperimentazione e conseguente valutazione ed analisi delle evidenze riscontrate (Fig. 2). Ci si chiederà quale/i sostanza/e può/possono essere responsabili del ritardo nel fenomeno dell'imbrunimento. In questo caso sarà importante far emergere la misura quantitativa dei tempi e l'individuazione dei controlli per verificare le ipotesi. I più grandi diranno che la mela si ossida e il processo è dovuto all'ossigeno. Potranno quindi proporre di isolare la mela dall'ossigeno anche semplicemente avvolgendola rapidamente in una pellicola trasparente. Potrà anche essere spostata l'attenzione sui processi che avvengono sulla superficie della mela: l'imbrunimento ossidativo.

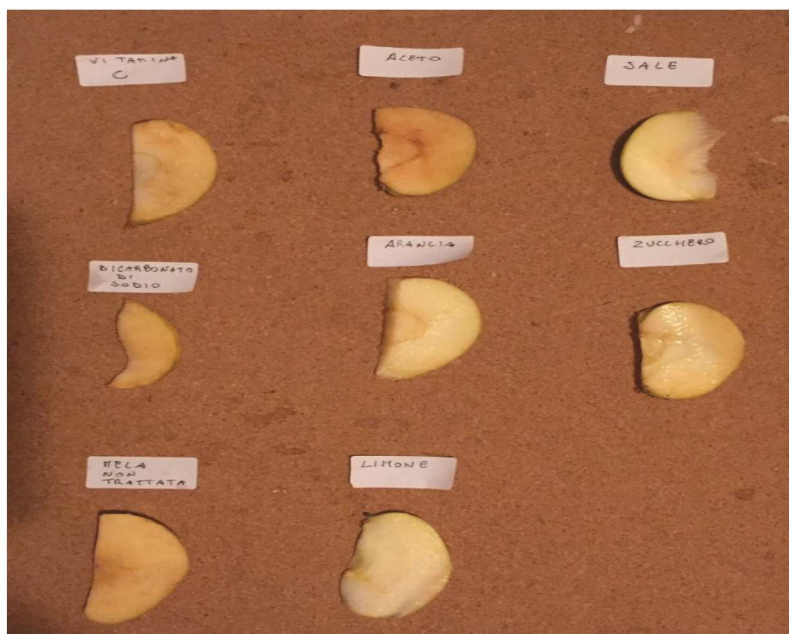


Figura 2. La sperimentazione dell'attività 3: l'imbrunimento di spicchi di mela in diverse condizioni

## Attività 4

L'attività ha lo scopo di far comprendere anche ai più piccoli come lavorano i radicali liberi. L'esistenza dei radicali liberi fu inizialmente proposta proprio per spiegare reazioni che prevedevano collisioni poco probabili. Si può considerare la formazione dell'ozono ( $O_3$ ) partendo dall'ossigeno gassoso ( $O_2$ ). La reazione che descrive questo è  $3O_2 \rightarrow 2O_3$ . Nella reazione tre molecole di ossigeno si devono urtare contemporaneamente per produrne due di ozono. È possibile far provare a lanciare da tre studenti tre palline e verificare se si urtano contemporaneamente. L'evento si verificherà raramente. Se si rilegge la reazione in termini di radicali liberi, possiamo immaginare di dividere la produzione di ozono in due fasi. All'inizio la luce solare rompe la molecola di ossigeno in due radicali liberi di ossigeno ( $O_2 \rightarrow 2O\cdot$ ). In questa prima fase non è necessaria alcuna collisione. Nella seconda fase avviene una collisione tra solo due particelle, ossigeno molecolare e radicale ossigeno, con produzione di ozono:  $O_2 + O\cdot \rightarrow O_3$ . Questo evento è molto più probabile.

## Attività 5

L'attività ha inizio con la visione di un video (<https://www.youtube.com/watch?v=es1voPWXrlU>) in cui in modo divertente si mostra un esempio di clock reaction. Nel video si fa riferimento ai reagenti mescolati, alcuni dei quali già utilizzati nell'attività 2. Si chiede agli alunni di riflettere sulle reazioni che possono avvenire e quale possa essere l'ulteriore reagente misterioso. In particolare: cosa succede quando si mescolano le due soluzioni, e come il tempo necessario perché il fenomeno si manifesti dipenda dalla concentrazione dei diversi componenti. Si portano così gli alunni ad individuare i reagenti coinvolti nelle reazioni (tintura di iodio, Vitamina C, Acqua ossigenata, Amido) e ad attribuire il cambio di colore sempre alla formazione del complesso blu tra tintura di iodio ed amido. Quella che proponiamo, è una delle prime reazioni studiate in modo sistematico dal punto di vista cinetico ed anche ampiamente usata per dimostrazioni didattiche con studenti (Vitz, E., 2007).

Dopo aver eseguito gli esperimenti e raccolti i dati sperimentali dei tempi in una tabella si chiede agli studenti di provare a rappresentare su un grafico l'inverso del tempo in funzione della concentrazione di perossido d'idrogeno. (Fig. 3) Si chiederà agli alunni di prevedere l'andamento della curva e se pensano sia possibile ricavare la costante cinetica della reazione.

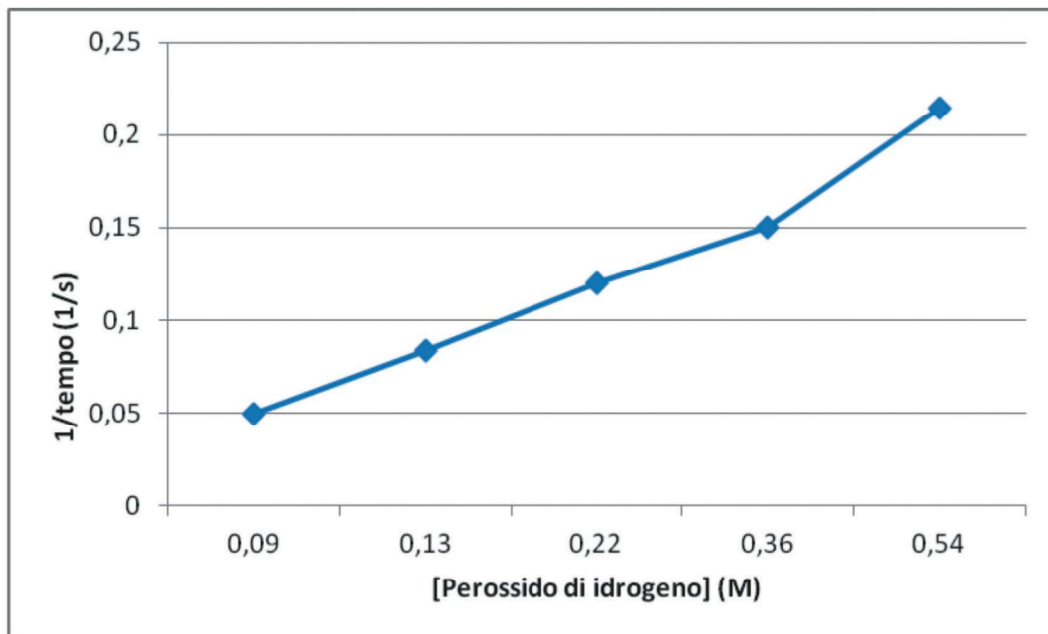
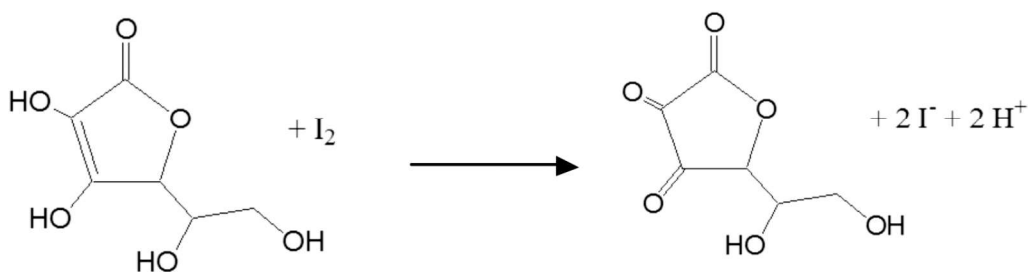


Figura 3. La sperimentazione dell'attività 5: grafico ottenuto per la cinetica della clock reaction (i dati sono la media di 3 prove). La reazione risulta di primo ordine.

Le reazioni che avvengono sono:



Attività	Materiali e procedure
1	Salda d'amido al 1% - 1g in 100 mL, vitamina C -soluzione C=1,76 g/L, tintura di iodio -soluzione idroalcolica iodo 2%/iodurata 2,5% bicchieri di plastica, contagocce, piastra elettrica, pentolino, bilancia tecnica, imbuto, spatole, colini, arance, limoni, succo d'arancia commerciale, succo d'anasas commerciale1.
2	A 5 mL di sospensione di salda d'amido 1% si aggiungono 5 mL di succo o spremuta o di Vitamina C 0,01 M, tutto in un bicchiere di plastica trasparente. A questo punto per ogni campione si aggiungono le gocce di soluzione di tintura di iodio sino a quando non permane per qualche secondo il colore blu/viola tipico del complesso iodio/ioduro in salda d'amido.



Attività	Materiali e procedure				
5	<p>Il protocollo sperimentale è: versare 1 mL di Vitamina C 0,1 M nel bicchiere, aggiungere 1 mL di tintura di iodio e la quantità di acqua indicata in tabella; agitare. Aggiungere una pipettata di soluzione d'amido. Versare velocemente la quantità di perossido di idrogeno indicata in tabella, facendo partire simultaneamente il cronometro. Agitare e registrare il tempo trascorso fino alla comparsa della colorazione blu. Ripetere due o tre volte e calcolare la media dei tempi ottenuti. È possibile dividere gli studenti in gruppo e far fare ad ogni gruppo una serie di misure utilizzando la stessa concentrazione. Questo permetterà di raccogliere un numero elevato di dati in minor tempo.</p>				
	Gruppo	Vit C 0,1 M (mL)	Tintura di iodio 2% (mL)	Acqua distillata (mL)	H2O2 3% 10 Volumi (mL)
	1	1	1	16	2
	2	1	1	15	3
	3	1	1	13	5
	4	1	1	10	8
5	1	1	6	12	

### Approfondimenti e risultati attesi

I percorsi proposti hanno come obiettivi quello di permettere agli alunni di individuare la presenza di Vitamina C sulla base della sua reattività chimica, di individuare gli effetti di alcuni parametri sulla concentrazione di Vitamina C, di comprendere che la Vitamina C reagisce ossidandosi ed esercitando così la sua azione antiossidante (Yun et al., 2015), di imparare ad interpretare i risultati sperimentali, di imparare a condividere idee, a discutere, a comunicare (Harlen, W., 2010). Gli alunni scopriranno che particolarmente ricchi di Vitamina C sono kiwi, agrumi, fragole, peperoni, pomodori, patate, spinaci. Tuttavia la Vitamina C tende a decomporsi facilmente all'aria, alla luce, al calore e per azione di sostanze alcaline e metalli come il rame: la cottura ne può ridurre del 75% il contenuto.

Dal punto di vista delle reazioni utilizzate occorre ricordare come la Vitamina C previene la formazione del complesso iodio/ioduro e salda d'amido attraverso la reazione con lo iodio. Una volta che tutta la Vitamina C ha reagito ogni ulteriore aggiunta di tintura di iodio reagisce con l'amido formando il complesso blu comunemente usato per testare la presenza di amido. La Vitamina C agisce con meccanismi analoghi nel nostro corpo, ossidandosi e proteggendoci dalle reazioni con composti tossici prima che possano danneggiarci. La reazione oggetto dell'indagine è inoltre una reazione redox che avviene per via radicalica. Questo appro-

fondimento porta la discussione sul ruolo dei radicali liberi, porta a comprendere come essi si formano nei processi redox e di come la Vitamina C ritarda i processi ossidativi a carico dei radicali liberi. I frutti tagliati infatti diventano scuri a causa di un processo chiamato “imbrunimento enzimatico ossidativo”. Si verifica quando i polifenoli, sostanze presenti nella frutta, sono esposti all’ossigeno dell’aria. I fenoli e l’ossigeno reagiscono e producono composti scuri chiamati melanine. In presenza di antiossidanti il processo viene bloccato o quantomeno rallentato. L’imbrunimento ossidativo è dovuto alla reazione dei polifenoli ad opera delle fenolasi, sottolineando che il processo può essere sia biocatalizzato sia chimico: rispettivamente le reazioni dei chinoni e la formazione delle melanine così come la reazione di Maillard (quella che porta al colore bruno della crosta del pane). Ulteriori approfondimenti consigliati sono lo stress ossidativo, così come comprendere le basi genetiche che sono la causa per cui non tutti i mammiferi sono in grado di produrre l’acido ascorbico. Gli animali sintetizzano l’acido ascorbico trasformando il glucosio in ascorbato attraverso quattro tappe enzimatiche del ciclo dell’acido glucuronico. L’uomo non possiede l’ultimo enzima epatico di questa via metabolica, la L-gulonolattone ossidasi, e quindi deve assumere la Vitamina C con la dieta. L’assorbimento della Vitamina C avviene nello stomaco e nell’intestino tenue attraverso un meccanismo di trasporto facilitato  $\text{Na}^+$  dipendente: a basse dosi dietetiche è quasi completo, ma tende a diminuire a dosi superiori a 1g. Stress, fumo e alcuni farmaci ne riducono le concentrazioni plasmatiche. Nel plasma la Vitamina C è presente al 90-95% come acido ascorbico trasportato dall’albumina e al 5-10% come acido deidroascorbico (Mussini, P., 2012).

Come anticipato la reazione può essere trattata in modo rigoroso e quantitativo come titolazione ossidoriduttiva (titolazioni iodometriche) con l’utilizzo della salda d’amido come indicatore colorimetrico.

### **Osservazioni emerse dalla sperimentazione in classe dei percorsi proposti**

I punti di forza di questo approccio evidenziati dai docenti sono: l’apprendere dall’esperienza, sperimentare in modo dinamico e coinvolgente rendendo gli alunni protagonisti, anche gli alunni con maggiori difficoltà vengono coinvolti, gli studenti utilizzano evidenze sperimentali per rispondere alla domanda iniziale, gli studenti formulano spiegazioni basate su evidenze sperimentali, gli studenti valutano le spiegazioni proposte con le conoscenze scientifiche acquisite, gli studenti individuano variabili e riflettono sulla necessità di un controllo, gli studenti comunicano e argomentano le spiegazioni proposte.

I punti di debolezza emersi sono: la gestione dei tempi, la difficoltà degli alunni, soprattutto quelli più bravi a staccarsi da una didattica tradizionale, la difficoltà degli alunni che si sentono disorientati nel trovarsi liberi pensatori, la difficoltà a lavorare in gruppo in alcuni casi, soprattutto da parte degli alunni più competitivi.

Gli alunni vengono spronati a rivedere le domande e le spiegazioni alla luce delle evidenze sperimentali individuate nei dati raccolti, a documentare le attività svolte, le idee e le spiegazioni-conclusioni formulate durante tali attività, a formulare nuove domande correlate, ad usare altre fonti di informazione per elaborare il proprio scenario concettuale.

## **Bibliografia**

- Butler A.,R., & Gash, R., 1993. Of sailors and scientists the story of vitamin C. *Education in chemistry*, (30), 122-124
- Burreson J., & Le Couteur, P., 2006 I bottoni di Napoleone, come 17 molecole hanno cambiato la storia., Traduttore Sosio L., Ed Longanesi,Milano, cap. 2.
- Bybee, R., W., Taylor, J., A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell J. C., Westbrook, A., & Landes, N. 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS, 5, 88-98.
- Harlen, W., & Allende, J., 2009. Report of the working group on teacher professional development in pre-secondary school inquiry-based science education. Santiago, Chile: IAP, 6
- Harlen, W. (Ed.). 2010. *Principles and big ideas of science education*. Association for Science Education.
- Mussini, P., Belvisi, L. 2012. Chi è più ricco di vitamina C? da: [www.orientachimica.unimi.it/Iniziativa/2012%20Acido%20Ascorbico%2020%20settembre.ppt](http://www.orientachimica.unimi.it/Iniziativa/2012%20Acido%20Ascorbico%2020%20settembre.ppt).
- Yun et al. 2015. Vitamin C selectively kills KRAS and BRAf mutant colorectal cancer cells by targeting GAPDH- dal sito [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)
- Vitz, E., 2007. A student laboratory experiment based on the vitamin C clock reaction. *Journal of chemical education*, 84, 7, 1156-1157.

MARIADA MUCIACCIA, SIMONETTA SORO,  
DANIELA AMENDOLA

---

## *Insegnare la biochimica con IBSE e le ICT: qualche spunto per lavorare con gli enzimi*

Le tecnologie digitali stanno cambiando profondamente la società e conseguentemente la scuola e la didattica. È ormai chiaro che una sola modalità di insegnamento/apprendimento non riesce più ad essere efficace, per la estrema complessità del mondo in cui viviamo, per la grande eterogeneità degli studenti e per il crescente divario nelle modalità di comunicazione tra i Millennials e le altre generazioni. Per superare questo problema abbiamo progettato e sperimentato un percorso didattico – dalla biochimica alle biotecnologie, con particolare riferimento alla biocatalisi – dove vengono integrati diversi approcci anche supportati dalle tecnologie digitali. L'obiettivo è di sviluppare negli studenti non solo conoscenze disciplinari ma anche competenze trasversali, necessarie e coerenti con le esigenze del mondo di oggi. Si tratta di un percorso IBSE, utilizzabile in classe, ma che può essere sviluppato anche in didattica ibrida (*blended learning*), sovrapponendo diverse strategie, in virtù della loro comune denominazione nell'ambito della pedagogia costruttivista: Inquiry-Based Science Education (IBSE) e la piattaforma e-learning open source Moodle. L'uso combinato di questi approcci e strumenti vede lo studente al centro del processo di apprendimento, potenziando le sue capacità di problem-solving, di pensiero critico e creativo.

### **Introduzione**

Cos'è il *blended learning*

Per *blended learning* si intende un ampio spettro di strumenti e di pedagogie, rappresentate da un mix di attività in presenza e attività da sviluppare on line (Hughes, 2007; Kassner, 2013), in modo tale da creare moduli didattici integrati, che rappresentino un'esperienza di apprendimento più efficace di quella ottenibile da ogni singolo strumento preso separatamente.

La sua efficacia, come afferma Kassner, si fonda sulla qualità dell'interazione, sulla stimolazione di curiosità e motivazione negli studenti, sulla creazione di con-

nessioni, e non sulla effimera novità dello strumento tecnologico. Le potenzialità del blended learning sono molto lontane dalla loro piena espressione, soprattutto quelle associate a nuovi approcci dell'apprendimento.

È stato importante, quindi, capire e verificare se un approccio IBSE potesse essere associato all'uso di nuove tecnologie per realizzare un modulo blended, IBSE e ICT (Information and Communications Technology).

Lo sviluppo delle ICT rappresenta uno dei principali cambiamenti della nostra società con ovvie implicazioni nella didattica e nella formazione. Le ICT hanno cambiato il profilo di competenze richieste per un qualsivoglia lavoro. Solo una radicale innovazione della didattica può garantire nei lavoratori del domani l'ampio spettro di competenze richieste, quali le competenze digitali, il problem solving, l'autonomia di lavoro, la capacità di coordinare e di collaborare tra pari. (Grundke, Squicciarini, Jamet & Kalamova, 2017).

Le nuove tecnologie non si sposano bene con un insegnamento convenzionale, esprimono invece al meglio le loro potenzialità quando combinate con approcci didattici innovativi.

Possono essere infatti usate come strumento per realizzare apprendimenti nuovi, focalizzati sul raggiungimento di capacità di ragionamento e di pensiero critico degli studenti.

Le pratiche didattiche innovative, come IBSE, la cui efficacia nello sviluppare competenze trasversali è ormai confermata da diversi studi, trovano opportunità di supporto e potenziamento nell'ambiente digitale.

Da questo punto di vista, l'uso delle ICT non è solo permettere a ciascuno di imparare dove e quando vuole, ma anche permettere agli studenti di sviluppare competenze (Psycharis et al., 2013).

Tra i diversi strumenti digitali utilizzabili, la piattaforma e-learning open source Moodle (Modular Object Oriented Development Learning Environment) ha una forte connotazione pedagogico-costruttivista.

Il miglior modo di connettere IBSE e ICT in classe è la soluzione "blended", che è flessibile e ci consente di dosare e controllare gli strumenti digitali, utilizzando la piattaforma Moodle che contiene strumenti di chiaro stampo costruttivista e vicini all'approccio IBSE.

## **Il progetto**

Il percorso proposto, può essere realizzato nell'ambito del curriculum di scienze, con un approccio prevalentemente in presenza, per gli studenti della scuola media e con un approccio a scelta in presenza o blended per la scuola superiore. Il tema affrontato sono gli enzimi e i fattori che ne influenzano l'attività.

Il modulo IBSE sugli enzimi è stato utilizzato in una ricerca sperimentale, di comparazione dei risultati ottenuti dagli studenti in un modulo IBSE con quelli ot-

tenuti nell'approccio tradizionale. Il confronto tra test somministrato prima e dopo lo sviluppo del modulo ha fornito risultati che mostrano maggiore efficacia del percorso IBSE rispetto a quello convenzionale (Muciaccia, Rea, Corrao, Miceli, 2018), con peculiari differenze tra i vari indirizzi di scuola superiore.

Lo stesso modulo, con alcune varianti, è stato poi proposto ai docenti durante il corso AmgenTeach 2018, arricchito delle attività inserite nella piattaforma Moodle messa a disposizione dalla scuola ospitante, l'Istituto Rosselli di Aprilia.

Nello sviluppo di tutte le attività abbiamo cercato di esaltare le buone pratiche, spostando il focus verso l'acquisizione di competenze trasversali e non solo disciplinari:

- gli studenti hanno lavorato in modo collaborativo, in parte in presenza, in parte on line, ma sempre assumendo un ruolo attivo;
- Il ruolo dell'insegnante è stato essenzialmente quello di facilitare il processo di apprendimento facendo da guida al lavoro autonomo degli studenti, che sono giunti in questo modo a una conoscenza più profonda e consolidata dei contenuti;
- attraverso la piattaforma e-learning è stata realizzata la multimodalità. Gli studenti hanno ricevuto input e prodotto output secondo diverse modalità: dai video e nuovi media interattivi agli audio, dai materiali scritti alle attività hands-on, ai laboratori virtuali e alle attività collaborative;
- maggiore spazio è stato dato alla valutazione formativa, in cui gli studenti sono stimolati a riflettere su ciò che stanno imparando e a rivedere eventuali errori.

## Il piano delle lezioni

### Obiettivi

Ovviamente gli obiettivi vanno tarati a seconda dell'ordine di scuola. Nella figura 1 sono riportati quelli riconducibili alle indicazioni nazionali, distinti in sapere e saper fare, sia per la scuola media che per la scuola superiore (tecnici e licei).

Per la scuola superiore, gli obiettivi disciplinari sono:

- Collegare l'aspetto macroscopico dei composti con quello microscopico al legame tra la struttura e la funzione di un enzima
- Comprendere come funziona un enzima: la catalisi
- Verificare sperimentalmente quali fattori influenzano l'attività catalitica
- Comprendere l'uso del processo di immobilizzazione enzimatica. L'uso degli enzimi nell'industria: alcuni esempi
- Comprendere il legame tra enzimi ed errori congeniti del metabolismo

### Nella secondaria di 1° grado - Obiettivi specifici di apprendimento in 3ª media

Generali	Saper fare
<ul style="list-style-type: none"><li>• Scoperta del modello</li><li>• Osservazione e interpretazione di trasformazioni</li><li>• Individuazione di relazione e di processi di cambiamento del vivente</li><li>• Individuazione di unità e diversità dei viventi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eseguire semplici reazioni chimiche</li><li>• Sviluppare semplici schematizzazioni e modellizzazioni e formalizzazioni logiche da applicare anche ad aspetti della vita quotidiana</li><li>• Distinguere e documentare anche attraverso disegni</li></ul>

### Nella secondaria di 2° grado

Nei nuovi licei	Nei nuovi tecnici
<ul style="list-style-type: none"><li>• Saper effettuare connessioni logiche e stabilire relazioni.</li><li>• Classificare, formulare ipotesi, trarre conclusioni.</li><li>• Risolvere problemi.</li><li>• Applicare le conoscenze acquisite a situazioni della vita reale.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Osservare e descrivere semplici fenomeni naturali per poi analizzarli, individuando le variabili che li caratterizzano.</li><li>• Progettare semplici esperienze di laboratorio eseguendo nella corretta sequenza le operazioni necessarie, le rilevazioni di dati e le misure occorrenti.</li><li>• Formulare una legge empirica oppure un'ipotesi valutandone il grado di attendibilità, attraverso una indagine sperimentale.</li></ul>

Figura 1. Indicazioni nazionali del curriculum nella scuola media e nella scuola superiore

## Metodologia

Tra i vari modelli di inquiry abbiamo adottato il modello delle 5 E (Bybee et al. 2006) che prevede cinque fasi: Engage, Explore, Explain, Extend, Evaluate (Figura 2) durante le quali vengono fatte emergere le preconcezioni ed eventualmente, le misconcezioni degli studenti, che hanno la possibilità di progettare, sperimentare, investigare e ricostruire la corretta comprensione dei concetti scientifici.

Nella figura 2 sono stati aggiunti al modello delle 5 E alcuni elementi di riflessione che fanno riferimento alla radice costruttivista di IBSE: aspetti non strettamente legati alla didattica di laboratorio, ma al fatto che lo studente è al centro del proprio percorso di apprendimento. Si tratta di aspetti pedagogici associati a questo approccio che possono essere sviluppati ed attivati anche quando scegliamo di adottare un basso livello di inquiry.

Le attività sono di complessità crescente e affrontate a livelli diversi di inquiry.

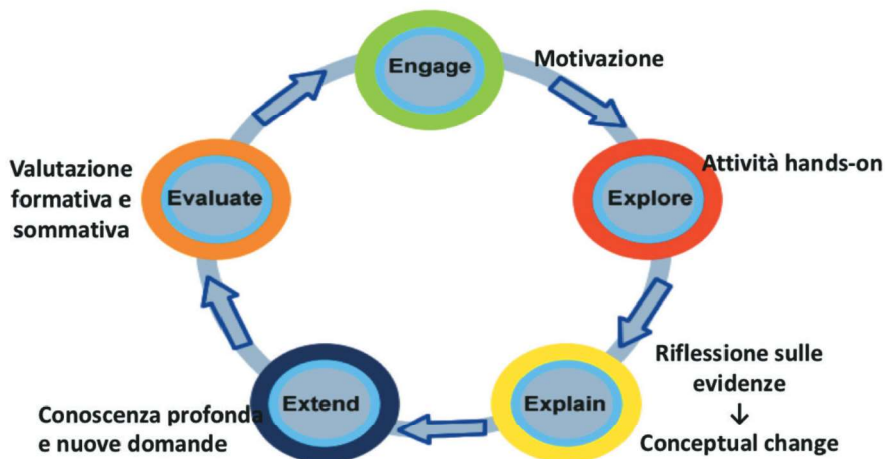


Figura 2. Modello delle 5 E per l'approccio didattico IBSE

### I cinque step del *learning cycle*

#### ENGAGE ed EXPLORE I fase

Il primo step del learning cycle contiene 4 attività a diverso livello ed ha lo scopo di stimolare la curiosità degli studenti, di motivarli all'indagine, di far emergere le preconcoscenze e le possibili misconcezioni.

La prima attività può essere considerata fondamentale per sviluppare la tematica nella scuola media, ma può funzionare come premessa per un lavoro successivamente più approfondito nella scuola superiore. Ci muoviamo da un approccio esclusivamente qualitativo in cui le evidenze sperimentali rappresentano lo spunto per riflettere sul significato di vivente (scuola media) ad un approccio quantitativo in cui l'obiettivo è rappresentato dalla progettazione di un'esperienza che preveda la raccolta dati e la loro elaborazione al fine di ricavare delle leggi generali sul comportamento degli enzimi. Ci concentriamo sull'attività dell'enzima catalasi.

Si può partire da un breve video che abbiamo preparato (<https://youtu.be/fZ4nYnO6Nj8>), una storia, che ha lo scopo di catturare l'attenzione anche dei più piccoli e che li stimola a riflettere su una situazione reale, vicina alla loro vita quotidiana.

Le attività sono organizzate prevedendo, come sempre, un momento di riflessione e scrittura individuale, un momento di condivisione all'interno di piccoli gruppi ed una fase di comunicazione all'intero gruppo classe delle proprie considerazioni e/o progettazioni. Il richiamo al costruttivismo sociale è evidente (Vigotsky, 1978). La mente singola si integra con difficoltà nella attuale società della conoscenza. Evidenze empiriche suggeriscono che la qualità delle concettualizzazioni dipende dalla capacità di ciascuno di sentirsi sistema e di sviluppare competenze che superano la logica individualistica per collocarsi in una dimensione in cui contano l'integrazione, la negoziazione, lo scambio. La visione costruttivista pone al centro dell'attenzione



i processi sociali di costruzione della conoscenza che avvengono all'interno della comunità di pratiche. L'adozione di questo modello nella organizzazione dell'unità IBSE spiega la necessità del lavoro di gruppo.

Nella nostra proposta prima di tutto si chiede agli studenti di fare una previsione: *Provare a prevedere cosa accade quando l'acqua ossigenata viene posta su una ferita.*

La lettura degli scritti degli studenti ci permette di portare alla luce le eventuali misconcezioni, mentre l'approccio convenzionale a questi temi non consente di farle emergere né di eliminarle. Gli studenti imparano la interpretazione di un fenomeno per la verifica scolastica, ma la dimenticano subito dopo, conservando le proprie convinzioni anche quando sono misconcezioni.

Con l'approccio IBSE rendiamo possibile che le misconcezioni vengano alla luce, che si attui l'interazione tra le evidenze, la nuova conoscenza ed i propri modelli mentali e che si generi un conflitto cognitivo che può portare al superamento delle misconcezioni ed al "conceptual change" (Posner, 1982).

Dopo le previsioni, in parte guidati dai materiali messi a disposizione, gli studenti della scuola media possono dapprima progettare e poi sperimentare il loro progetto in risposta alla domanda investigabile:

*Con i materiali e i reagenti disponibili, stabilire quali condizioni possono determinare la produzione di effervescenza.*

I materiali proposti sono facili da trovare e includono materiali viventi di varia provenienza (patate, fegato, lievito di birra, foglie) sia interi sia frullati sia bolliti, materiali non viventi (per esempio pezzetti di granito e/o quarzite), acqua ossigenata al 3%, bacchette di plastica, bicchieri di vetro o plastica trasparente, fuscilli di legno.

Gli studenti possono progettare semplici esperienze che consentano di ragionare su due aspetti fondamentali:

- Riflessioni sugli organismi viventi e le loro peculiarità
- Il processo chimico implicato ( $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$ )

È possibile raccogliere alcune evidenze. Il processo avviene in organismi viventi e non avviene in materiale non vivente; non avviene con solo acqua ossigenata e acqua né solo con materiale vivente ed acqua. Da questo possiamo portare gli studenti a dedurre che un frammento di vivente e l'acqua ossigenata devono essere in contatto perché l'effervescenza si produca. Dunque negli organismi viventi c'è una sostanza biologica che favorisce/accelera la reazione (giungeremo solo alla fine del percorso a chiamare questa sostanza "enzima").

Possiamo porci una nuova domanda: questa sostanza biologica è un reagente? Si consuma nella reazione? Come dimostrare se resta inalterato?

Se aspettiamo che si esaurisca l'effervescenza, quando tutta l'acqua ossigenata si è trasformata, e aggiungiamo nuova acqua ossigenata, la reazione riprende: l'acqua ossigenata si era consumata, ma l'enzima è rimasto inalterato e riprende la sua attività per aggiunta di substrato.

Si può effettuare il controllo utilizzando lo stesso liquido dopo esaurimento dell'effervescenza, con un nuovo frammento di vivente. In questo caso non avviene nulla.

Questa prova di controllo dimostra che l'effervescenza è prodotta da una trasformazione dell'acqua ossigenata.

Qualche altra considerazione sul processo chimico. Si produce effervescenza: è un gas; possiamo comprendere di quale gas si tratta e cosa lo produce? La prova del fuscillo può portare a stabilire che si tratta di ossigeno.

Altre osservazioni possibili riguardano le differenze di reattività tra i diversi viventi e nel materiale triturato rispetto a quello integro. Si può giungere a dichiarare che la "sostanza biologica" che abbiamo identificato è diversamente abbondante nei diversi organismi viventi e che frammentando i materiali favoriamo il contatto tra questa e il reagente ( $H_2O_2$ ).

## **ENGAGE ed EXPLORE II fase**

Obiettivi della specifica attività sono:

- Sviluppo di un piano per raccogliere dati quantitativi che mostrino che tutti i sistemi biologici sono influenzati da complesse interazioni biotiche e abiotiche
- Uso di modelli per prevedere e giustificare che i cambiamenti dei subcomponenti di un polimero biologico influenzano la funzionalità della molecola
- Analisi dei dati per identificare come le interazioni molecolari influenzano struttura e funzione

Nella tabella 1 sono riportati gli step Engage ed Explore del learning cycle e per ogni attività sono riportate le specifiche competenze attivate.

Per gli studenti delle scuole superiori la iniziale richiesta di previsione può essere fatta osservando direttamente le eventuali trasformazioni che si verificano al contatto di alcuni materiali viventi e non viventi con acqua ossigenata. Dopo la discussione, si può proporre una ulteriore osservazione e allenamento a fare previsioni, che consente di connettere l'aspetto macroscopico già osservato con quello microscopico. È possibile collegarsi con siti come l'archivio PDB (<http://www.rcsb.org/pdb/>) e scaricare o osservare direttamente immagini cristallografiche dell'enzima catalasi. Senza fornire indicazioni, si potrebbe richiedere di scrivere ciò che emerge dall'osservazione dell'immagine, dapprima singolarmente, poi in gruppo. Gli studenti che posseggono come prerequisito la conoscenza della struttura delle proteine potrebbero individuare le subunità della catalasi e comprendere che la reazione precedentemente osservata avviene solo in organismi viventi, perché presuppone la presenza di un catalizzatore biologico, l'enzima oggetto dell'osservazione. Potrebbero giungere a riconoscere al centro della struttura il sito attivo, una regione che lega l'ossigeno, potrebbero fare considerazioni su cosa connette forma e funzione.

Si può passare alla fase successiva in cui gli studenti hanno l'opportunità di testare autonomamente le loro ipotesi rispetto alla domanda investigabile che può

essere proposta dal docente o scaturire dalla precedente discussione: *Come lavora un enzima? Quali fattori biotici ed abiotici influenzano l'attività di un enzima? Scegliere su quale variabile concentrarsi e progettare un esperimento per dimostrare la vostra ipotesi, utilizzando i materiali proposti.*

**Tabella 1.** Fasi Engage ed Explore del learning cycle

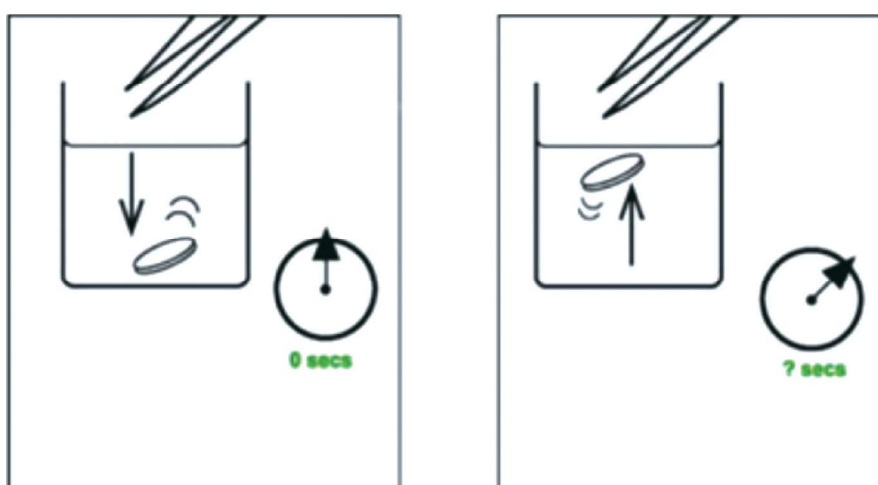
IBSE		Competenze
STEP	Come lavora un enzima?	
ENGAGE	<p><b>Cosa accade quando una ferita viene disinfettata con acqua ossigenata?</b>  <b>Osservazione delle evidenze</b> emergenti dall'uso dell'acqua ossigenata in sistemi viventi e non viventi.</p> <p><b>Osservazione del modello 3D della catalasi:</b> fare connessioni razionali tra dati funzionali e strutturali.</p> <p><b>Progettazione</b> di un esperimento che determini come i fattori biotici e abiotici influenzano l'attività enzimatica.</p>	<p><b>Osservare:</b> identificare similitudini e differenze, classificare, provare a dare una spiegazione ad un fenomeno.</p> <p><b>Porre domande:</b> fare previsioni basate su una possibile spiegazione o ipotesi</p> <p><b>Progettare:</b> progettare un esperimento per testare una previsione individuando quali sono le evidenze.</p> <p><b>Apprendimento cooperativo.</b></p>
EXPLORE	<p><b>Attività di laboratorio:</b>                      Realizzazione di un'attività hands-on usando materiali e strumenti a disposizione.</p> <p><b>Fare un report dell'attività.</b></p>	<p><b>Raccogliere e registrare dati.</b></p> <p><b>Comprensione.</b></p> <p><b>Portare avanti un'investigazione.</b></p> <p><b>Contestualizzare e interpretare le informazioni.</b></p>

I materiali proposti, di facile reperibilità, sono:

Reagenti	Materiali
Estratto di Patata Acqua ossigenata 3%* Lievito al 10% (da preparare 5-10 min prima dell'uso con acqua di rubinetto a temperatura ambiente)  *Si consegna una scheda di sicurezza	Carta da filtro Siringhe di plastica Bacchette di plastica Becher da 40 mL o bicchierini trasparenti Fogli di carta da filtro tagliati delle dimensioni giuste per i becher o per i bicchierini Cilindro graduato da 50 mL Cronometro Pinze Fornello, pentolino e termometro Guanti

Nella domanda forniamo i materiali, si tratta quindi di un livello di inquiry tra guidato e strutturato. In questa fase è molto importante il ruolo di coordinamento dell'insegnante e può essere utile dare qualche suggerimento, come ad esempio l'immagine della figura 3, che mostra un foglio di carta da filtro immerso nel recipiente contenente estratto di lievito e portato verso l'alto dalle bolle di gas prodotte dalla reazione ed intrappolate nel disco.

L'esperienza si configura come quantitativa, fondamentale è la raccolta dati (per esempio la variazione del tempo al variare della concentrazione del substrato o al variare della temperatura). È importante che venga saggiata una variabile per volta: se si fa variare la concentrazione del substrato, si lascia costante la concentrazione dell'estratto di lievito e la temperatura; se si fa variare la temperatura si lasciano fisse le altre variabili. Meno semplice, ma attuabile l'indagine sulle altre variabili: il pH e gli inibitori.



**Figura 3.** Immagine che rappresenta la misura del tempo necessario perchè il foglio di carta da filtro si muova verso l'alto spinto dal gas prodotto.

MOODLE: in questa fase si possono inserire alcune attività in piattaforma:

- si possono raccogliere i vari video esplicativi e un laboratorio virtuale reperito in rete ([http://glencoe.mheducation.com/sites/dl/free/0078802849/383930/BL\\_11.html](http://glencoe.mheducation.com/sites/dl/free/0078802849/383930/BL_11.html)), entrambi utili come scaffolding, per supportare la comprensione dei concetti,
- si possono raccogliere tutti i materiali prodotti da ciascuno studente, creando una sorta di diario di bordo;
- si possono raccogliere i dati in fogli excel e costruire grafici.
- si può usare lo strumento workshop per l'attività di peer assessment o valutazione tra pari. Il modulo "workshop" permette di organizzare, svolgere e monitorare tutti gli step dell'attività collaborativa. Permette, infatti, di inserire le informazioni per svolgere le attività, di distribuire in forma anonima gli elaborati da far valutare

agli studenti, visualizzare la griglia con i criteri da utilizzare per la valutazione dei pari oltre che permettere al docente di monitorare tutto il processo.

Durante il peer assessment ogni studente deve caricare il proprio elaborato, svolto individualmente, direttamente all'interno dello strumento workshop e deve fornire e ricevere due feedback in modalità anonima da due pari. Per la valutazione ogni studente deve compilare la griglia valutativa. È un modo efficace per dare l'opportunità agli studenti di comprendere meglio i criteri di valutazione oltre che potenziare la loro motivazione ed il loro impegno.

Questa attività migliora la conoscenza e la comprensione dei contenuti didattici ed è particolarmente utile per lo sviluppo di competenze trasversali quali ad esempio la capacità di giudizio, la capacità critica e la consapevolezza di sé (Muciaccia, Amendola, Miceli, 2017).

## EXPLAIN

Obiettivo di questa prima fase è comprendere il ruolo dei catalizzatori biologici e individuare la reazione catalizzata dall'enzima catalasi. Gli studenti dovrebbero imparare come applicare ed estendere le loro conoscenze chimiche per spiegare problematiche legate alla salute e alla vita di tutti i giorni. È importante non trascurare né il collegamento tra fenomeni osservabili e aspetti non evidenti (relazione macro-micro) né l'approccio storico-epistemologico; quest'ultimo va declinato sia nell'affrontare approfondimenti trasversali che implicano il coinvolgimento di altre discipline e/o ripercorrono la storia passata, in un'ottica di cultura non dicotomica, sia nella modalità di approccio metodologico, che ripercorre le tappe di una ricerca scientifica, procedendo per imitazione del lavoro degli scienziati

Possiamo fornire la terminologia specifica: richiamo da parte dell'insegnante al concetto di catalizzatore e catalizzatore biologico.

Gli obiettivi di apprendimento e le considerazioni da sviluppare in questa fase si focalizzano sulla proprietà dei viventi di autocostruirsi e mantenersi grazie all'azione degli enzimi, capire cosa è un enzima e come agisce (la catalisi), verificare sperimentalmente quali fattori influenzano l'attività catalitica e comprenderne l'azione. La spiegazione comincia, quindi, facendo un passo indietro, tirando fuori quanto emerso durante le fasi precedenti per mettere a confronto le conoscenze pregresse e le nuove conoscenze acquisite con l'esperienza. C'è un cambio di prospettiva rispetto alla spiegazione tradizionale: in questo caso la spiegazione serve per capire quello di cui si è fatta esperienza. A questo punto del lavoro, capire è diventato un bisogno, sono emerse tante domande, c'è stata discussione, ma ora bisogna sapere come stanno veramente le cose. Si parte dai dati quantitativi, dalle tabelle e dai grafici ottenuti e poi si procede al confronto con i dati presenti in letteratura.

In piattaforma Moodle possono essere inseriti sia la lezione in pdf fatta dal docente sia esercizi di rafforzamento sia materiale di approfondimento. Lo studente

avrà a disposizione i materiali per utilizzarli nel tempo e nei modi più consoni, in considerazione anche di eventuali difficoltà o disturbi dell'apprendimento. Nella tabella 2 sono riportati tutte le possibili integrazioni in piattaforma Moodle.

## EXTEND

In questa fase trovano spazio le nuove domande emerse ed i nuovi approfondimenti autonomamente sviluppati dagli studenti. Questi ultimi si muovono verso un livello di lavoro e di riflessione più profondi per condividere idee, discutere e comunicare.

Possibili ambiti di approfondimento sono ad esempio la ricostruzione della comparsa della catalasi, uno dei primi enzimi, sviluppatosi nelle prime fasi di storia della vita aerobica; si può mettere in evidenza la duplice natura dell'ossigeno che da un lato rende possibile la respirazione aerobia, dall'altro è capace di generare una serie di derivati attivi molto pericolosi (ROS). Altri possibili approfondimenti vanno dalla cinetica enzimatica alle reazioni di ossidoriduzione e dismutazione, dallo stress ossidativo con discussione sulla necessità di un equilibrio tra ROS ed antiossidanti per un buono stato di salute, all'utilizzo di enzimi nelle biotecnologie.

Si può richiedere agli studenti di preparare un lavoro di gruppo, utilizzando gli strumenti della piattaforma, in particolare il modulo wiki per la scrittura collaborativa. Dopo una "Jigsaw activity", (lettura e discussione collaborativa in classe su materiale di approfondimento), suddivisi in gruppi, possono studiare, approfondire e discutere in piattaforma imparando a realizzare, in modo collaborativo, la stesura di un documento. Durante questa fase hanno l'opportunità di condividere esperienze, di negoziare la comprensione e di costruire conoscenza condivisa supportandosi gli uni con gli altri. Il docente, d'altro canto, rivedendo i materiali in piattaforma può verificare con oggettività il contributo di ciascun componente del gruppo.

**Tabella 2.** Possibili integrazioni in piattaforma Moodle.

Attività	Tipo di Attività	Competenze	Risorsa/ Attività
<b>Zero</b>	Presentazione del Corso - Prima di Cominciare	Introduzione	Pagina
<b>1 - Engage</b>	Video	Recuperare informazioni	Link
<b>2 - Engage</b>	Brainstorming (nascono le prime domande)	Cooperative learning- porsi domande	Chat
<b>3 - dall'Engage all'Explore</b>	Il progetto	Cooperative learning - pianificare	Pagina

Attività	Tipo di Attività	Competenze	Risorsa/ Attività
<b>4 - Explore</b>	Hands-on activity: la sperimentazione	Condurre investigazioni – raccogliere e interpretare informazioni	Pagina / Risorsa / Compito
<b>4 bis - Explore</b>	Hands-on activity: la sperimentazione	Condurre investigazioni, raccogliere e interpretare informazioni e dati	Pagina
<b>5 - Evaluate</b>	Compilare una relazione di Laboratorio Valutazione tra pari	Peer assessment/ comprendere e valutare	Risorse / Peer assessment
<b>7 - Scaffolding</b>	Laboratorio Virtuale	Capire e ricordare (Scaffolding)	Pagina / Compito
<b>8 - EXPLAIN</b>	Studio individuale attraverso esercizi collegati al Laboratorio virtuale	Raccogliere e interpretare informazioni	Compito
<b>9 - Explore tris</b>	Progetto Hands-on activity: la sperimentazione	Cooperative learning/ pianificare Condurre investigazioni, raccogliere e interpretare informazioni e dati	Pagina
<b>10 - Evaluate</b>	Valutazione e autovalutazione (formativa) Approfondimenti	Autovalutazione/meta-cognizione. Raccogliere informazioni e riflettere sulle esperienze per migliorare l'apprendimento e i risultati in futuro Imparare ad imparare	Gioco: crossword / Pagina
<b>11 - Glossario</b>	Compilare un glossario con tutti i termini scientifici incontrati	Lessico	Glossario
<b>12 - Elaborate</b>	Preparare in gruppo una presentazione di quanto appreso ed in particolare su tematiche di approfondimento. Questionario di gradimento	Ragionare, valutare, elaborare quanto appreso, creare Cooperative learning	Wiki / Sondaggio

Attività	Tipo di Attività	Competenze	Risorsa/ Attività
13 - Evaluate	Test finale Valutazione sommativa anche in relazione al lessico acquisito	Valutazione ed Autovalutazione Ricordare, capire, applicare, analizzare, valutare, creare	Quiz
14 - Approfondimenti	Materiali per insegnanti ed alunni		File

### Una interessante alternativa sperimentale

Tra gli approfondimenti possibili può essere utile raccontare un'ulteriore sperimentazione che utilizza la tecnica biotecnologica dell'immobilizzazione per riprodurre la stessa esperienza di misura dell'influenza dei vari fattori sull'attività della catalasi. Gli studenti possono familiarizzare con la tecnica e riprodurre con maggiore semplicità le prove precedenti. Invece di dischi di carta da filtro, gli studenti utilizzano sfere di alginato di sodio- lievito per ottenere risultati affidabili e coerenti.

Si immobilizzano le cellule di lievito intrappolandole nell'alginato. Le cellule o gli enzimi che devono essere intrappolati sono prima mescolati con una soluzione di alginato di sodio. Questa poi è versata, una goccia alla volta, in una soluzione che contiene cationi multivalenti ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Le goccioline, cadendo, automaticamente danno luogo ad un processo di reticolazione tridimensionale di alginato, stabilizzato da legami ionici crociati, formando delle sfere in cui le cellule risultano intrappolate. I lieviti immobilizzati insieme alla catalasi dei propri perossisomi, sono intrappolati all'interno del reticolo, mentre i substrati ed i prodotti di reazione attraversano la membrana. Le sfere sono lasciate cadere in  $\text{H}_2\text{O}_2$  e gli studenti possono misurare il tempo necessario alle sfere per salire. (figura 4). Poiché la reazione è abbastanza veloce, numerose repliche possono essere eseguite in un breve lasso di tempo. Quindi, diventa possibile la raccolta di molti dati ed eventualmente anche la loro elaborazione statistica per valutarne la significatività.

Una volta preparate le sfere gli studenti possono costruire il proprio progetto sperimentale, seguendo lo schema sopra riportato: il potenziale per esperimenti basati sull'inquiry è grande: cosa succede se la temperatura viene cambiata o il pH o la concentrazione del substrato?





**Figura 4.** Sfera di alginato con lievito immobilizzato in  $H_2O_2$ : la sfera sale spinta dalle bolle di gas.

## EVALUATE

L'ultimo step è la valutazione finale, intendendo la valutazione degli studenti, sia formativa che sommativa (un test a risposta multipla ma anche l'autovalutazione), e la valutazione dell'intero percorso didattico attraverso un questionario di gradimento. Tutto questo può essere attuato all'interno della piattaforma Moodle.

## Conclusioni

ICT e attività e-learning possono essere d'aiuto per rafforzare il processo di apprendimento sviluppato con IBSE, per esempio consentendo una più ampia raccolta di osservazioni e dati, l'elaborazione rapida dei dati, ampliando i tempi della discussione e collaborazione tra pari che può proseguire sulla piattaforma con gli strumenti wiki, forum, chat e workshop, oppure ancora, usando animazioni interattive e laboratori virtuali (Amendola & Miceli C., 2016; Katsamani, Retalis & Boloudakis, 2012). In particolare, nel nostro percorso didattico, la piattaforma Moodle si rivela essere un potente strumento pedagogico, non solo nel superamento dei limiti di spazio e di tempo della classe, ma anche nel favorire il cambiamento delle preconcezioni, in accordo con l'approccio inquiry.

Sia chiaro, l'osservazione diretta e le attività hands-on sono irrinunciabili per poter apprendere la scienza in profondità, ma la piattaforma Moodle può potenziare l'apprendimento e risolvere alcuni problemi spesso riportati nell'attuazione di IBSE (Muciaccia, Amendola, Miceli, 2017) come la mancanza di laboratori attrezzati in molte scuole, il bisogno di tempi più distesi per sviluppare esaurientemente un modulo IBSE, l'opportunità per gli studenti di raccogliere ed elaborare statisticamente i dati.

In aggiunta, la piattaforma è flessibile, i materiali possono essere usati liberamente dagli insegnanti che possono scegliere il livello di blended learning che intendono adottare, decidendo quanto spazio dare alle attività in presenza e quanto a quelle on-line.

## **Bibliografia e sitografia**

- Amendola D., & Miceli, C., 2016. On line ‘Genomics Computer Laboratory with Collaborative Activities’, In Conference Proceedings. New perspectives in Science Education, libreria universitaria. it Edizioni, Padova, (pp. 370-374).
- Bybee R., W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell J. C., Westbrook, A., & Landes, N. 2006. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Colorado Springs, Co: BSCS, 5, 88-98.
- Grundke R., M. Squicciarini, S. Jamet and M. Kalamova 2017, “Having the right mix: the role of skill bundles for comparative advantage and industry performance in GVCs”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, OECD Publishing, Paris.
- Hughes G., 2007. Using blended learning to increase learner support and improve retention. *Teaching in Higher Education*, 12(3), 349-363.
- Kassner L., 2013. Mix it up with blended learning in K-12 schools. Metropolitan Educational Research Consortium. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED548381.pdf>
- Katsamani M., Retalis S., & Boloudakis, M. 2012. Designing a Moodle course with the CADMOS learning design tool, *Educational Media International*, 49(4), 317- 331.
- Muciaccia M., Amendola D., Miceli C. 2017. La Chiave Per Rendere Più Efficace L'apprendimento: Un Percorso Integrato Tra Clil, Ibse E Ict (2017) - Bricks - Anno 7 N° 2. Retrieved from: <Http://Bricks.Maieutiche.Economia.Unitn.It>
- Muciaccia, M., Rea, F., Corrao G., Miceli, C. 2018. Comparing inquiry-based science education instruction and conventional science instruction in the Italian high schools (submitted for publication).
- Posner, G. J., Strike K. A., Hewson P., W., & Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66(2), 211-227.
- Psycharis S., Chalatzoglidis G., Kalogiannakis M., 2013 Moodle as a Learning Environment in Promoting Conceptual Understanding for Secondary School Students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(1), 11-21.
- Vygotsky, L., 1978. Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3), 34-41.

## *I colori della frutta e della verdura: sintesi del modulo e indicazioni metodologiche*

**Livello scolastico:** scuola primaria, secondaria di primo e secondo grado

### **Introduzione**

In questo anno scolastico, il polo IBSE di Milano ha organizzato una serie di corsi di formazione per i docenti delle scuole di ogni ordine e grado dal titolo *Dentro gli alimenti*. Il filo conduttore scelto, comune per tutti i corsi ma poi tradotto in attività differenziate e specifiche per i diversi ordini di scuola, fa riferimento ad una alimentazione sana e ricca di frutta e verdura, in linea con la campagna sulla *buona alimentazione* che la Fondazione Umberto Veronesi porta avanti da molti anni. A tal proposito, si consiglia di esplorare il sito [www.fuvperlascuola.it](http://www.fuvperlascuola.it), ricco di spunti didattici e di iniziative per docenti e alunni.

In questo articolo illustreremo il lavoro effettuato con i docenti della scuola primaria, della secondaria di primo grado e della secondaria di secondo grado relativamente alla composizione colorimetrica della frutta e della verdura allo scopo di individuare le sostanze che determinano questi colori e le modalità con cui essi possono “*interferire*” con la nostra salute, fino ad arrivare a interagire con i nostri geni

### **Sintesi del modulo: I colori della frutta e della verdura nella scuola primaria e secondaria di primo grado**

Dopo un primo incontro in cui sono state proposte ai docenti alcune attività attraverso le quali distinguere la frutta dalla verdura nonché classificare i vari tipi di frutto, ci siamo concentrati sui colori della frutta e della verdura rifacendoci alle linee guida per una corretta alimentazione dell’Organizzazione Mondiale della Sanità in cui si raccomanda di consumare ogni giorno 5 porzioni di frutta e verdura di 5 colori diversi: bianco, giallo/arancio verde, rosso, blu/viola.

Abbiamo stimolato gli insegnanti a chiedersi: “è proprio necessario avere sulla tavola frutta e verdura dei cinque colori o forse nello stesso alimento si nascondono più colori?” Il nostro obiettivo è stato quindi quello di indagare più a fondo sui colori, andando oltre le apparenze.

## Attività 1: classificazione di frutta e verdura in base ai colori

I docenti, lavorando in gruppo, hanno dovuto associare i vari colori a frutta e verdura di uso comune. Tutti insieme poi hanno realizzato una tabella in cui compaiono gli alimenti che dovrebbero essere presenti sulle nostre tavole per “comporre” una sana alimentazione (Tab. 1).

**Tabella 1.**

Blu viola	Frutti di bosco, melanzane, radicchio, fichi,
Verde	Asparagi, bieta, broccoli, carciofi, cicoria, rucola
Bianco	Aglione, cipolla, porro, cavolfiore, mele, pere, funghi,
Rosso	Ribes, fragole, ciliegie, pomodori, arance rosse
Giallo arancio	Agrumi, melone, albicocche, pesche, carote, peperoni, zucca

## Attività 2: i colori dei pennarelli: impariamo una tecnica di separazione

Durante il corso di formazione dell'anno precedente, a questi stessi colleghi era stato proposto un modulo IBSE su miscugli e soluzioni, ma non era stato preso in esame il frazionamento tramite cromatografia su carta. Per questo motivo, dopo attenta indagine, abbiamo convenuto che nella fase di lavoro successiva fosse meglio impostare un'attività guidata. Ciò ci ha anche portato a riflettere sulle scelte effettuate per il corso precedente e a concludere che nel modulo *Miscugli e soluzioni* debba essere inserita la presentazione della cromatografia, in modo che anche gli studenti possano conoscere questa tecnica che permette facilmente di identificare sostanze pure e miscugli.

Ad ogni docente è stata quindi consegnata una scheda da compilare uguale a quella prevista per gli studenti nella realizzazione di questo modulo in classe.

A seguito di una prima fase di riflessione individuale e di un confronto all'interno di un gruppo di lavoro, i docenti hanno formulato un'ipotesi, hanno effettuato una serie di prove sperimentali seguendo la procedura indicata sulla scheda di lavoro e poi hanno presentato i risultati. Questa attività si può considerare un IBSE strutturato: il docente pone la domanda e indica la procedura da seguire per investigare la questione, l'alunno svolge la procedura e, in funzione delle evidenze ricavate, elabora le sue risposte.

Domanda investigabile: Il nero dei pennarelli è un solo colore o contiene altri colori? E il rosso è solo rosso? E il verde è solo verde?
---

La mia ipotesi
----------------

Materiali: pennarelli ad acqua di diverso colore, carta assorbente, acqua, cilindri, provette, barattoli di vetro
Fase sperimentale e operativa a) A circa 2 cm dalla base della striscia di carta assorbente fare 4 macchie con i colori rosso, nero, giallo e verde. b) Asciugare e ripetere l'operazione più volte fino ad ottenere una macchia molto evidente c) Immergere solo la base della striscia di carta assorbente in un contenitore con alcuni millimetri di acqua sul fondo d) Aspettare che il liquido risalga fino al termine della striscia di carta assorbente e) Togliere la striscia e fare le osservazioni.
Osservazioni
Risposta al problema iniziale
Cosa ho imparato?
Nuove domande

Nella discussione che è seguita alla presentazione dei risultati dei diversi gruppi di lavoro si è tenuto a sottolineare che con questo tipo di attività si possono avviare gli alunni, soprattutto se non sono abituati a lavorare in contesti sperimentali, a raggiungere alcune abilità proprie del metodo scientifico: eseguire una procedura corretta, raccogliere osservazioni e organizzarle in modo chiaro e completo, rispondere a una domanda in modo coerente, comunicare in modo corretto, utilizzare il lessico specifico della disciplina e, soprattutto, lavorare in gruppo.

Risultati della cromatografia: dalla cromatografia dei pennarelli (Fig. 1) si evidenzia che solo i colori primari (rosso, blu, giallo) risultano costituiti da un unico colore.



**Figura 1.** Cromatografia su carta di pennarelli ad acqua di diverso colore, da destra il secondo, il terzo e il quarto sono colori primari

### Attività 3: individuazione dei pigmenti in frutta e verdura

A questo punto ai corsisti è stata proposta un'attività di inquiry non strutturato: il docente presenta una messa in situazione e pone una domanda, l'alunno formula la sua ipotesi, progetta l'esperimento per sottoporla a verifica, lo esegue, e, in funzione delle evidenze ricavate, risponde alla domanda iniziale.

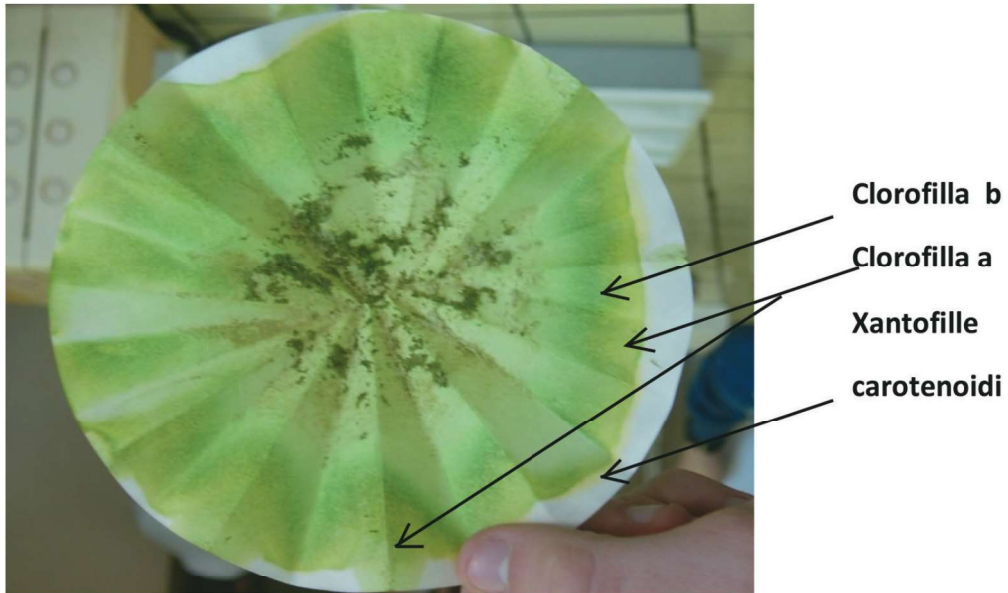
I docenti in formazione hanno lavorato in un primo momento singolarmente e poi in gruppo. Al termine della fase di progettazione ogni gruppo ha presentato il proprio lavoro ai colleghi utilizzando un poster, con le stesse modalità che gli alunni devono seguire in classe. I gruppi hanno quindi svolto la fase sperimentale, raccolto i risultati, elaborato le proprie conclusioni e, al termine, le hanno condivise con i colleghi.

Engage: I frutti e la verdura hanno molteplici colori Domanda investigabile- Ma il verde delle foglie è proprio verde? E il rosso delle foglie del radicchio è proprio solo rosso violetto?
La mia ipotesi
La mia proposta
La proposta del gruppo
Osservazioni
Risposta al problema iniziale
Cosa ho imparato?
Nuove domande

Per motivi logistici (lavoriamo in un locale dove ci sono solo dei tavolini e delle sedie e il materiale viene di volta in volta portato da casa) abbiamo fornito alle colleghe solo degli estratti in alcol di foglie di spinaci (verde) e foglie di radicchio (rosso) preparati estraendo i pigmenti con alcool in un mortaio e filtrando il preparato.

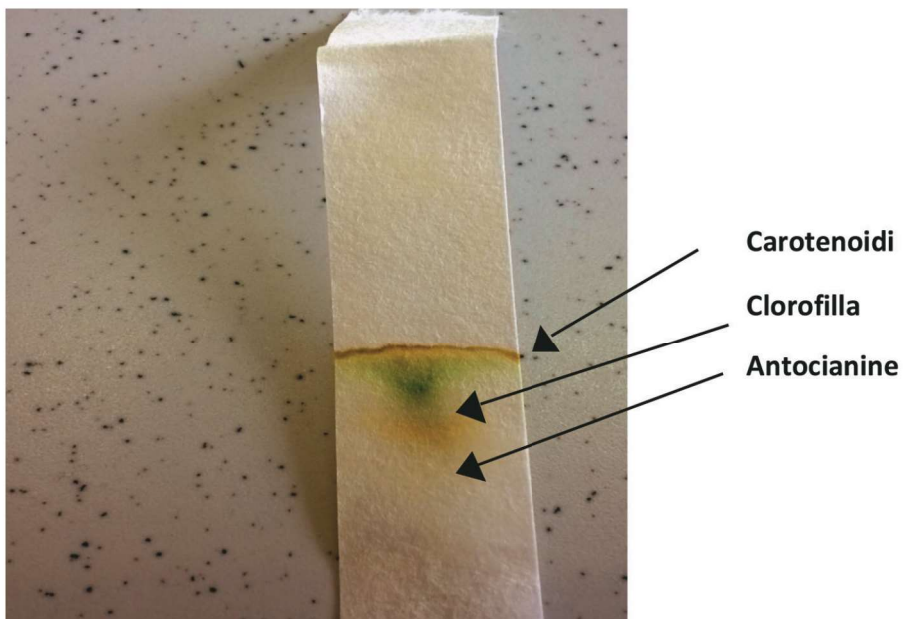
I gruppi di docenti hanno proposto, naturalmente, di usare la tecnica della cromatografia che avevano sperimentato nella prima parte, usando come eluente alcool etilico.

Risultati. Nella cromatografia della clorofilla si sono evidenziati, dal centro verso l'esterno: clorofilla b, clorofilla a (due verdi diversi), xantofille (giallo), carotenoidi (arancione). (Fig. 2)



**Figura 2.** Cromatografia con i pigmenti della foglia di spinacio

Fin qui niente di nuovo: in rete si trovano numerosi video, filmati, immagini... della separazione dei pigmenti dello spinacio mediante cromatografia. Più interessante si è rivelato il lavoro effettuato con l'estratto di radicchio: esso si presenta di color rosso intenso ma nella cromatografia si evidenziano una prima banda di colore viola-rosso costituita dalle antocianine, la banda arancione dei carotenoidi e, sotto di essa, quella verde della clorofilla (Fig. 3).



**Figura 3.** Cromatografia pigmenti foglia di radicchio rosso

Si sono tratte le seguenti conclusioni:

- a) lo spinacio non contiene solo clorofilla ma altri pigmenti come i carotenoidi che sono consigliati nella dieta dall'OMS;
- b) il radicchio, contiene anche la clorofilla e fa fotosintesi come tutte le foglie.

Considerata l'attenzione al tema della salute, su cui era incentrato il corso, ai corsisti è stata proposta una scheda di approfondimento per mettere in evidenza i benefici della frutta legata ai colori. In un incontro successivo i responsabili della comunicazione e i responsabili scientifici della Fondazione Umberto Veronesi hanno proposto un'attività sulla *spesa intelligente* da effettuare in classe con gli alunni. (si veda <http://www.fuvperlascuola.it>: progetto *Io Vivo Sano*)

### **Sintesi del modulo: I colori della frutta e della verdura nella secondaria di secondo grado**

Anche alcuni incontri del corso per docenti della scuola secondaria di II grado hanno avuto come oggetto i colori della frutta e della verdura, ovviamente con un taglio e un obiettivo adeguati al diverso livello di istruzione dei destinatari e alle conoscenze/competenze disciplinari degli insegnanti coinvolti (provenienti quasi tutti da licei – in particolare scientifici – di diverse province della regione): in questo caso l'obiettivo ultimo è stato quello di cercare di individuare i rapporti tra alimentazione e genoma, anche grazie alla collaborazione di alcuni responsabili scientifici della Fondazione Umberto Veronesi, che hanno tenuto un incontro con una breve introduzione all'epigenetica.

#### **Fase 1: introduzione teorica alla chimica dei pigmenti**

In una prima fase di lavoro sono state introdotte alcune nozioni di base sulla chimica dei pigmenti della frutta e della verdura, ponendo l'accento soprattutto sulla polarità delle molecole, individuata come caratteristica basilare per la loro separazione. Successivamente sono state fornite ai colleghi alcune informazioni sulla struttura dei composti e in particolare si è evidenziato che le clorofille (di colore verde) sono in parte polari in parte apolari, i carotenoidi (giallo-arancio) sono apolari, le xantofille (gialle) sono polari e così pure le antocianine (rosso-viola).

#### **Fase 2: Individuazione degli organuli cellulari che contengono i pigmenti**

Successivamente si è chiesto ai docenti di individuare gli organuli che contengono i vari pigmenti e di determinare la posizione di questi ultimi all'interno delle strutture cellulari in base alle caratteristiche chimiche esaminate (polarità/apolarità); in questa fase è stato suggerito di lavorare direttamente in laboratorio con gli stu-



denti, proponendo un'attività di analisi su preparati microscopici. Per esempio, si è evidenziato come le molecole di clorofilla si inseriscano con la coda apolare nelle membrane dei tilacoidi, mentre le antocianine apolari si ritrovino in soluzione all'interno dei vacuoli.

### Fase 3: attività sulla estrazione e separazione dei pigmenti

A questo punto ai docenti è stata consegnata una scheda con la domanda da investigare (del tutto simile a quella da utilizzare nell'attività didattica con gli studenti) e si è seguito l'approccio metodologico sempre utilizzato in questo modello di formazione:

- a) predisposizione individuale di una ipotesi e di una procedura per la soluzione del problema (10 minuti),
- b) condivisione del lavoro individuale all'interno di un gruppo (20 minuti),
- c) comunicazione del lavoro del gruppo tramite cartellone agli altri gruppi (5 minuti per gruppo),
- d) discussione tra gruppi (10 minuti),
- e) sperimentazione (ciascuno all'interno del proprio gruppo),
- f) raccolta risultati (ciascuno all'interno del proprio gruppo),
- g) risposta al problema (ciascuno all'interno del proprio gruppo),
- h) condivisione dei risultati con gli altri gruppi,
- i) individuazione di eventuali problemi non risolti e/o approfondimenti

Di seguito è riportata la scheda operativa utilizzata.

Domanda investigabile- Come si può stabilire se i colori della frutta e verdura, contengono uno o più pigmenti sfruttando le loro proprietà chimiche?
Suggerisci una possibile soluzione
Condividi in gruppo le varie soluzioni Poi riassumi tutto quello che è emerso in un poster
Esposizione agli altri gruppi di quanto emerso
Fase sperimentale
Raccolta dati e comunicazione

Per la realizzazione della fase sperimentale è stato fornito il seguente materiale: vetreria, una lista di solventi (Tab. 2), estratti di clorofilla, estratto di pomodoro (ottenuto usando il concentrato di pomodoro), estratto di foglie di radicchio rosso e alga spirulina<sup>1</sup> in polvere.

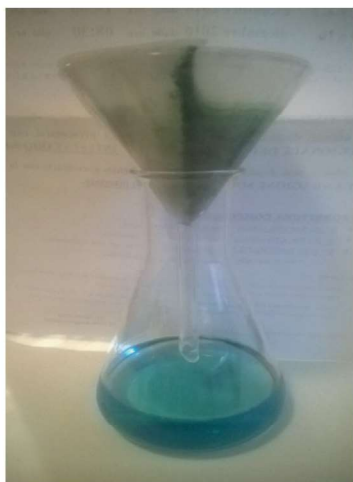
<sup>1</sup> Alga azzurra (*Arthrospira platensis*) usata come integratore di proteine.

**Tabella 2.**

Solvente	Solubilità
Alcool etilico	In acqua e in solventi apolari
Smacchiatore (esano)	Liquidi apolari e alcool
Acqua ragia	Liquidi apolari
Acetone	In acqua, etanolo, etere
Benzina per accendini	Liquidi apolari

## Risultati

Procedimento	Risultati	Spiegazione
Estratto di clorofilla in benzina per accendini + acqua	Nella provetta si separano uno strato verde da uno strato giallo	La clorofilla e i carotenoidi essendo apolari (del tutto o in parte) rimangono nel solvente apolare (benzina per accendini) le xantofille polari si sciolgono in acqua (strato giallo)
Estratto di radicchio rosso in smacchiatore (esano) + acqua	Si evidenzia uno strato rosso separato da uno strato sottile giallo	Le antocianine polari si sciolgono in acqua mentre i carotenoidi apolari rimangono nel liquido apolare
Estratto di pomodoro in smacchiatore + acqua	Strato arancione-rosso e strato giallo	Il licopene, che è un carotenoide, si concentra nel liquido apolare, le xantofille (gialle) in acqua
Spirulina <sup>1</sup> in polvere + acqua	Si forma una soluzione con una polvere insolubile. Si filtra e il liquido è di azzurro intenso e limpido (Fig. 4)	La Spirulina contiene clorofilla ficocianine e carotenoidi. Aggiungendo acqua le ficocianine si separano dalla polvere. Nel filtro rimangono clorofilla e carotenoidi che sono insolubili in acqua



**Figura 4.** Spirulina in acqua, il filtrato è azzurro per la presenza delle ficocianine

Nell'incontro successivo Alessandro Vitale, Project Manager di Stem for youth e la dott. Giulia Sacchi della Fondazione Umberto Veronesi hanno presentato i moduli che la Fondazione ha realizzato nell'ambito del progetto STEMFORYOUTH, finanziato dalla commissione Europea nell'ambito del programma per la ricerca e innovazione *Horizon 2020*. La Fondazione Umberto Veronesi ha curato la sezione "Medicina" sviluppando 6 moduli per le classi su alcuni argomenti chiave del mondo biomedico tra i quali il rapporto tra alimentazione e geni (nutrigenetica e nutrigenomica).

## Sitografia

[https://www.unipi.it/indcx.php/...tfa/.../2717\\_a4f9aac54849c338027b5adb-0d541cd1](https://www.unipi.it/indcx.php/...tfa/.../2717_a4f9aac54849c338027b5adb-0d541cd1)

<http://www.tuscany-diet.net/2014/01/22/flavonoidi-definizione-struttura-classificazione/>

[http://www.chimica.unipd.it/chimica-non-magia/in\\_laboratorio/exp\\_ilcoloredelcavolorosso.htm](http://www.chimica.unipd.it/chimica-non-magia/in_laboratorio/exp_ilcoloredelcavolorosso.htm)

Portale [www.chimicare.org](http://www.chimicare.org)

Portale [www.chimica-online.it](http://www.chimica-online.it)

[www.fwperlascuola.it](http://www.fwperlascuola.it)

<http://www.stem4youth.eu>

ISABELLA MARINI

---

*Fermenti di vita*

*Biochimica in azione: gli enzimi*

*Siamo alla fine arrivati al punto che, grazie alle molteplici conferme sperimentali, è logico concludere che tutte le reazioni metaboliche che avvengono nei viventi siano catalizzate da enzimi*

(F.G. HOPKINS, 1913)

**Livello scolastico:** primo, secondo biennio e ultimo anno di scuola secondaria superiore (14-19 anni)

## **Introduzione**

Il ruolo degli enzimi, sia come catalizzatori biologici che sensori molecolari, è centrale nella Biochimica cellulare. Questo percorso, che introduce gli studenti alla Biochimica enzimatica, è ricco di riflessioni didattiche e spunti metodologici e propone un materiale didattico sperimentale di facile attuazione, scientificamente rigoroso e soprattutto in linea con gli sviluppi attuali della Biologia; nella progettazione, che segue il ciclo di apprendimento delle 5E, si è tenuto conto anche dei tempi di realizzazione, compatibili con quelli scolastici e dell'uso di reagenti non pericolosi, poco costosi e di facile reperibilità.

Il problema della biodegradabilità delle bustine di bioplastica costituisce lo stimolo iniziale; la prima fase prevede discussioni e confronto nel piccolo gruppo che portano i ragazzi ad elaborare una ricerca e un'indagine sperimentale sull'idrolisi dell'amido da parte dell'amilasi. Nella seconda parte mediante una serie di esperimenti semplici, rapidi e poco dispendiosi, gli studenti acquisiscono l'idea di attività enzimatica prima in modo qualitativo e poi quantitativo e studiano anche come alcuni fattori ambientali possano influenzarla.

## **Riferimento alle Indicazioni Nazionali**

Le Indicazioni Nazionali per i Licei Scientifici prevedono nel I Biennio: *costituzione fondamentale e funzioni dei viventi (la cellula)*, nel II Biennio: *funzioni metaboliche di*

*base e nel quinto anno il percorso di chimica e quello di biologia si intrecciano poi nella biochimica e nei biomateriali, relativamente alla struttura e alla funzione di molecole di interesse biologico, ponendo l'accento sui processi biologici/biochimici.*

Cosa dovrebbero sapere i ragazzi di una scuola superiore degli enzimi? Questa è la domanda che mi sono posta diversi anni fa dopo aver constatato che questo concetto, uno dei nuclei fondanti della Biochimica, non passava ai miei alunni, almeno nella misura in cui avrei desiderato. Nei testi delle scuole medie superiori (e inferiori!) sia l'iconografia che le idee guida su cui il concetto si sviluppa, anche dal punto di vista linguistico, sono le stesse presenti nei testi universitari, si utilizzano il microscopico, il molecolare e l'invisibile per spiegarlo. C'è un tentativo di semplificare che in realtà costringe i ragazzi ad accettare come realtà sia i modelli che lo descrivono schematicamente sia tutta una serie di astrazioni preconfezionate. Con molta disinvoltura si prende la scorciatoia della definizione che richiama molti concetti *alti* accompagnata da un'iconografia dello stesso livello. Il risultato è una conoscenza sostanzialmente mnemonica e non razionale, semplicemente perché il concetto non è accessibile. Non è *semplificando* in questo modo che si arriva al concetto né questa è la strada giusta per formare una mentalità scientifica. Approcci di questo tipo sono una specie di palestra di parole e di frasi a cui non è assolutamente detto che corrispondano concetti o idee. La Biochimica è difficile, anzi direi quasi inaccessibile per uno studente di scuola superiore, se la si guarda com'è oggi; ma non è sempre stata così. Solo a chi lo guarda superficialmente o non ha gli strumenti adatti per accedervi, il passato di una disciplina scientifica può apparire come una specie di grande, curioso, patetico e talvolta addirittura caricaturale cimitero degli errori. E invece la scienza di oggi, quella che ha lo sguardo decisamente rivolto al futuro, è il risultato di scelte del passato, quel passato in cui sono stati sollevati i primi stimolanti interrogativi ed in cui sono state elaborate le prime timide risposte. Siamo partiti dalla Biochimica più vecchia, quella che usava strumenti semplici e rozzi, quella che costringeva molti a lavorare in inverno alle cinque del mattino perché, non avendo frigoriferi, era l'unico momento in cui la temperatura consentiva di ottenere qualche risultato, quella che da poche osservazioni riusciva a scatenare delle vere e proprie tempeste nella mente di chi sperimentava. Ripercorrere idealmente una piccola parte della strada di alcuni pionieri per rivivere in prima persona i suoi passaggi fondamentali "sporcandosi le mani" con degli esperimenti seguendo la strategia *inquiry* è la porta principale per accedere alla Biochimica, una disciplina dove teoria e pratica sono spesso talmente intrecciate da diventare indistinguibili. Far lavorare gli studenti in uno stimolante ambiente di ricerca aumenta la motivazione, favorisce l'apprendimento di qualità e potenzia il pensiero critico e le competenze cognitive cruciali per la formazione dell'*habitus* mentale scientifico.

La progettazione del percorso prevede una prima parte di *inquiry strutturato* diretto dal docente (Bell *et al.* 2005), perché i ragazzi arrivino a sentire propria la tematica di ricerca: gli enzimi ed in particolare l'enzima che idrolizza la bioplastica

d'amido, l'amilasi (attività iniziale, 1, 2 e 3). Dopo questa prima fase in cui il docente introduce anche alcune procedure sperimentali, i ragazzi sono pronti per ampliare le conoscenze e le abilità che stanno sviluppando realizzando un inquiry più aperto nel trovare le risposte alla domanda: quali variabili possiamo studiare per vedere degli effetti sull'idrolisi dell'amido? (dall'attività 4 in poi). Sequenze di attività di questo tipo, in cui un inquiry inizialmente guidato dal docente costituisce la base e fa emergere domande investigabili da studiare con un inquiry più aperto diretto dagli studenti sono indicate in letteratura come *coupled inquiry* (Eick *et al.* 2005; Martin-Hansen, L. 2002) e sono finalizzate a rendere gradualmente autonomi gli studenti nella progettazione, nell'esecuzione e nell'analisi dei risultati.

Alla fine del percorso i ragazzi sapranno:

1. effettuare, nella parte sperimentale del curriculum, sia il passaggio macroscopico-microscopico, che microscopico-molecolare;
2. formulare ipotesi e verificarle mediante un percorso se/e/allora con una modalità di tipo ipotetico-predittivo;
3. riconoscere l'attività di un enzima a livello qualitativo e quantitativo;
4. determinare l'attività enzimatica;
5. valutare l'effetto di modifiche ambientali sull'attività enzimatica.

### L'amilasi e l'amido

Nel 1812, Kirchoff riuscì ad idrolizzare l'amido scaldandolo in presenza di acido solforico. Sorprendentemente durante la reazione il pH non variava; quindi l'acido non prendeva parte alla reazione, sebbene la sua presenza fosse indispensabile per l'idrolisi.

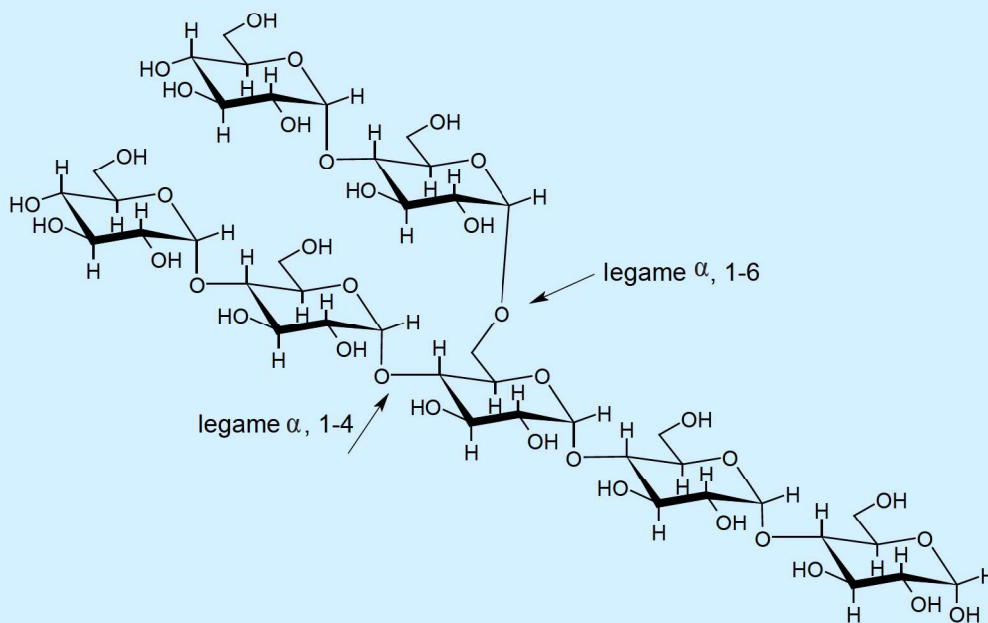
Venti anni dopo Payen and Persoz, grazie ad una precipitazione in etanolo, isolarono dall'orzo germinante una sostanza bianca, amorfa e solubile in acqua (Payen & Persoz, 1833). Questa sostanza in grado di idrolizzare l'amido fu chiamata diastasi. In seguito il suo nome fu cambiato in amilasi, ma da allora il suffisso -asi è rimasto a far parte del nome di quasi tutti gli enzimi che conosciamo.

Nel 1835 Berzelius dimostrò che l'estratto di orzo germinante catalizzava l'idrolisi dell'amido molto più efficacemente rispetto all'acido solforico. Coniò il termine catalisi. Piccolissime quantità di un catalizzatore erano in grado di aumentare la velocità di una particolare reazione senza essere consumate. La velocità delle reazioni biochimiche poteva essere spiegata grazie al concetto di catalizzatore; nelle cellule c'erano degli speciali catalizzatori capaci di operare in condizioni blande.

Per utilizzare la materia e l'energia immagazzinata nell'amido, l'apparato digerente umano deve prima di tutto idrolizzare il polimero in piccole unità di carboidrati assimilabili. L' $\alpha$ -amilasi, una glicoproteina monomericamente calcio dipendente (MW 56.000), è responsabile della digestione preliminare dell'amido, che costituisce circa la metà dei carboidrati che normalmente ingeriamo. L' $\alpha$ -amilasi salivare ha una breve azione infatti, deglutita insieme al cibo, viene immediatamente inattivata dal basso pH gastrico. La digestione dell'amido viene completata poi dall' $\alpha$ -amilasi pancreatico. L'enzima catalizza l'idrolisi casuale dei legami glicosidici  $\alpha$  1,4 (Figura 1) interni formando maltosio, glucosio, oligosaccaridi ed  $\alpha$ -destrine. Il legame  $\alpha$ -glicosidico è molto stabile, la sua velocità di idrolisi spontanea a temperatura ambiente è circa  $2 \times 10^{-15} \text{ s}^{-1}$ . L' $\alpha$ -amilasi aumenta enormemente questa velocità (di  $10^{15}$  volte) portandola

a  $3 \text{ s}^{-1}$ , tanto che può essere considerata tra gli enzimi più efficienti che conosciamo. La determinazione dell'attività amilastica è un utile strumento diagnostico per valutare le malattie a carico delle ghiandole salivari e del pancreas.

Nelle piante è generalmente presente la  $\beta$ -amilasi che idrolizza l'amido a maltosio mediante la rimozione sequenziale di unità disaccaridiche dall'estremità non riducente; è una delle principali proteine presenti nell'endosperma dei semi di orzo (*Hordeum vulgare*) ed è un enzima chiave per la degradazione dell'amido nelle fasi preliminari della produzione della birra.



**Figura 1.** I legami glicosidici di amilosio e amilopectina.

Dopo la cellulosa, l'amido è il più abbondante composto organico presente in natura ed è la principale riserva energetica delle piante. Esistono due forme di amido; il lineare amilosio, un polimero costituito da residui di  $\alpha$ -D-glucosio con legami glicosidici  $\alpha$  1,4, e la ramificata amilopectina, che presenta un legame glicosidico  $\alpha$  1,6 ogni trenta  $\alpha$  1,4 (Figura 1). L'uomo ha compreso il valore dell'amido al di là del suo ruolo di primaria sorgente energetica; la versatilità dell'amido è tale che viene utilizzato in moltissimi processi industriali, per esempio come agente gelificante, di rivestimento o stabilizzante. L'amilasi è utilizzata nell'industria dolciaria, tessile ed alimentare, oltre ad essere presente, insieme alle proteasi, nei detergenti liquidi. Esistono poi delle plastiche biodegradabili sintetizzate a partire dall'amido, utilizzate per fare utensili di vario tipo; forse in futuro la plastica che useremo proverrà dal raccolto dei campi invece che dal petrolio del sottosuolo. La conoscenza dei fattori che modulano l'efficienza catalitica dell'amilasi è critica per ottimizzare i processi industriali.

### Attività iniziale: Due sacchetti di plastica...

Il docente mostra alla classe due sacchetti di plastica per l'ortofrutta (uno di plastica e uno di bioplastica) chiedendo: *questi sacchetti sono uguali? Perché?* I ragazzi

diranno che si tratta di due sacchetti diversi probabilmente indicando la diversa sensazione tattile, la diversa resistenza alla rottura, qualcuno ipotizzerà anche una diversa composizione chimica ed indicherà la biodegradabilità di uno dei due.

Il docente approfitta delle osservazioni degli studenti per formulare altre domande.

*Come potresti studiare la diversa composizione chimica?*

*Come dimostrare la biodegradabilità?*

I ragazzi a questo punto, dopo una breve riflessione individuale, si dividono in gruppi di 4 per confrontarsi, discutere, concordare ed elaborare una strategia condivisa per rispondere alle domande, progettare e realizzare eventuali esperimenti.

### Attività 1: La bioplastica contiene amido?

#### Materiali e metodi

- Provette, reattivo di Lugol, acqua distillata.
- *Il test di Lugol*- Reattivo: 20 g KI e 12,7 g di iodio ed acqua distillata fino ad 1 L; questa soluzione va diluita 1:5 con acqua distillata. Lo iodio in soluzione acquosa con l'amido forma un complesso colorato ad alta sensibilità e specificità. Il complesso iodio-amido è blu-violetto mentre le amilodestrine ed il maltosio, in presenza di iodio, sono rispettivamente rosa o incolori.



**Figura 2.** Lugol con i frammenti del sacchetto di bioplastica (sinistra) e di plastica (destra)

#### Procedura

I ragazzi da una ricerca in rete trovano che nella composizione chimica dei sacchetti biodegradabili c'è amido; quindi guidati dal docente saggiano col Lugol i frammenti tagliuzzati sia del sacchetto di bioplastica che di quello di plastica.

In due provette si mettono frammenti del sacchetto, 2 mL di acqua distillata e qualche goccia di Lugol.

Il test è positivo (i frammenti si colorano di blu violetto) solo per il sacchetto di bioplastica.

Il docente chiede ai ragazzi: *il sacchetto è costituito da amido, come potremmo vederne la biodegradabilità?*

Di nuovo i ragazzi, lavorando a piccoli gruppi, discutono e si confrontano per proporre una risposta alla domanda; l'idea è trovare qualcosa che possa prima di tutto idrolizzare i legami glicosidici dell'amido, di studiare quindi l'azione dell'amilasi.



## Attività 2: Idrolizziamo l'amido

### Materiali e metodi

Provette, reattivo di Lugol, acqua distillata, saliva, estratto d'orzo germinato, pastiglia di Creon (estratto pancreatico) solubilizzata, soluzione d'amido all'1%, tampone fosfato 50 mM pH 7, autopipette a volume variabile.

*Tampone fosfato 50 mM, pH 7.* Si prepara solubilizzando 3.55 g di  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  in acqua distillata e portando il pH a 7.0 con un pHmetro con HCl prima di portare a 500 mL con acqua distillata. *Saliva.* Nella saliva, l' $\alpha$ -amilasi è già in soluzione e non ha bisogno di omogenazione. È sufficiente diluirla 1:10 col tampone.

*Isolamento della  $\beta$ -amilasi dall'orzo.* I semi di orzo germinati da 3-5 giorni vengono omogenizzati con un mortaio ed un pestello col tampone (circa 1 g di semi/mL di tampone). Questo estratto va centrifugato per 5 minuti a 15.000xg; il sovranatante costituisce il nostro estratto di  $\beta$ -amilasi. Se non si dispone di una centrifuga si può utilizzare la parte solubile dell'omogenato dopo averla filtrata.

*Creon.* Solubilizzare mezza pastiglia in 5 mL di tampone.

### Procedura

In una provetta si mettono 2 mL di tampone, 200  $\mu\text{L}$  di soluzione d'amido e due gocce di Lugol.

Dopo aver osservato, si aggiunge la saliva, l'estratto d'orzo germinato o la pastiglia di Creon.

Il docente guida gli studenti nel focalizzare l'attenzione su particolari aspetti domandando: com'è la soluzione prima e dopo l'aggiunta dell'enzima? Cosa succede se aggiungiamo Lugol a una soluzione di amido scolorita? E se si aggiunge amido dopo che il blu è scolorito?

Come interagisce l'amilasi con l'amido?

I ragazzi dall'osservazione che l'aggiunta di amido nuovo a una soluzione scolorita dall'enzima ripristina per un po' il blu che di nuovo dopo poco scompare, dovrebbero dedurre che l'enzima resta inalterato, invece l'amido viene idrolizzato.

## Attività 3: Il glucosio dall'amido. Acidi concentrati, temperature elevate? No, grazie

### Materiali e metodi

Fehling A e Fehling B, provette, tampone, amido all'1%, reattivo di Lugol, saliva, estratto d'orzo germinante, pastiglia di Creon solubilizzata.

*Test di Fehling.* Se riscaldata in presenza di zuccheri riducenti (come glucosio o fruttosio, ma non saccarosio o amido), una soluzione alcalina di ioni  $\text{Cu}_2^+$  è ridotta a  $\text{Cu}^+$  formando un precipitato colorato giallo-rosso di  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

## Procedura

Predisporre sette provette; in ciascuna provetta mettere 2 mL di tampone e 400  $\mu\text{L}$  di di amido. Ciascuna provetta poi viene trattata come indicato nella Tabella I, su cui i ragazzi annotano i risultati.

Dopo il trattamento ciascuna miscela viene divisa in due parti: una viene esaminata con due gocce di Lugol e l'altra con 500  $\mu\text{L}$  di Fehling A e 500  $\mu\text{L}$  di Fehling B.

Tabella 1.

Provetta	HCl	Saliva o estratto di orzo o Creon	Becco Bunsen	Temperatura ambiente	Lugol	Fehling
1*	2 gocce		5 min			
2*	2 gocce			5 min		
3			5 min			
4				5 min		
5		0.5 mL		5 min		
6*	2 gocce	0.5 mL		5 min		
7		0.5 mL**		5 min		

\* Aggiungere una goccia di NaOH 5 M, prima del test di Fehling.

\*\* Prima dell'aggiunta questa soluzione di saliva/orzo va scaldata sul Bunsen per 3 minuti.

L'idrolisi dell'amido può essere ottenuta sia utilizzando condizioni *estreme* di temperatura e pH, oppure utilizzando la saliva o l'estratto di orzo o la pastiglia di Creon (Figura 3), che richiedono al contrario condizioni *blande*. Considerando questa netta differenza gli alunni possono ipotizzare che nei viventi sia presente una *sostanza speciale e potente* capace di catalizzare la reazione in condizioni compatibili con la stabilità delle delicate strutture biologiche. L'idrolisi dell'amido è testimoniata dalla scomparsa del colore blu in presenza del Lugol o dalla positività al test di Fehling.

A questo punto i ragazzi chiedono di studiare l'enzima passando dal qualitativo al quantitativo ed approfondiscono ciò che hanno appreso applicandolo a situazioni nuove. Il docente guida i ragazzi nel mettere a punto il saggio enzimatico, poi li lascia liberi di formulare autonomamente le domande investigabili per proseguire la ricerca. I ragazzi formulano la domanda di ricerca: quali variabili possia-



Figura 3.

mo studiare per vedere degli effetti sull'idrolisi dell'amido? Quindi elaborano una serie di esperimenti per testare alcuni fattori:

quantità di enzima, pH, temperatura, quantità di substrato (Marini, 2005).

#### Attività 4: Lugol, cronometro, amido: ovvero come misurare l'attività amilasica

##### Materiali e metodi

Eppendorf, porta-eppendorf, autopipette da 1000  $\mu\text{L}$  e 200  $\mu\text{L}$ , puntali, cronometro, Lugol, amido, tampone, soluzione di amilasi.

##### Procedura

Mettere in un eppendorf 600  $\mu\text{L}$  di tampone e 200  $\mu\text{L}$  di amido, aggiungere 20  $\mu\text{L}$  di amilasi e far partire immediatamente il cronometro. Ogni 30 secondi prelevare alcune gocce della soluzione ed aggiungere una goccia di Lugol. Annotare il tempo in cui si ha il completo scolorimento. Ripetere la prova preparando altre due miscele in cui a 600  $\mu\text{L}$  di tampone e 200  $\mu\text{L}$  di amido, si aggiungono 40 ed 80  $\mu\text{L}$  di saliva. Calcolare la velocità della reazione catalizzata ( $\mu\text{g}$  di amido idrolizzato in un minuto), riportare i dati su un grafico ed analizzare i risultati.



Figura 4. Il dosaggio dell'amilasi. Notare la variazione graduale del colore dal blu al giallo ocra

I ragazzi passano dal qualitativo al quantitativo imparando a dosare in modo più raffinato l'attività amilasica (Figura 4). Questo esperimento è propedeutico alle prove successive e serve per introdurre il concetto di unità enzimatica come  $\mu\text{g}$  di amido idrolizzato in un minuto.

#### Attività 5: L'amilasi *percepisce* l'ambiente in cui si trova: il pH ottimale.

##### Materiali e metodi

Eppendorf, porta-eppendorf, autopipette da 1000  $\mu\text{L}$  e 200  $\mu\text{L}$ , puntali, cronometro, Lugol, amido, tampone, soluzione di amilasi.

Il tampone fosfato 50 mM si prepara solubilizzando l'opportuna quantità di  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  in acqua distillata portando a pH 4 (tampone A), 5 (tampone B), 6 (tampone C), 6,5 (tampone D), e 7 (tampone E) con la soluzione di  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  prima di portare a volume.

Il tampone Tris/HCl 50 mM si prepara solubilizzando l'opportuna quantità di Tris in acqua distillata portando a pH 7 (tampone F), 7,5 (tampone G), 8 (tampone H) e 9 (tampone I) con HCl prima di portare a volume.

## Procedura

Misurare il pH della soluzione di amilasi (tutti i gruppi devono lavorare con la stessa soluzione di amilasi). Assegnare ai gruppi le soluzioni tampone da saggiare (A, B, C, D, E, F, G, H, I, generalmente due per gruppo, sarebbe opportuno fare ogni prova in doppio). Mettere in un eppendorf 600  $\mu\text{L}$  di tampone e 200  $\mu\text{L}$  di amido, aggiungere 60  $\mu\text{L}$  di soluzione di amilasi e far partire immediatamente il cronometro. Ogni 30 secondi prelevare alcune gocce della soluzione ed aggiungere una goccia di Lugol. Annotare il tempo in cui si ha il completo scolorimento. Ripetere la prova con le altre soluzioni tampone.

I ragazzi calcolano la velocità della reazione catalizzata ( $\mu\text{g}$  di amido idrolizzato in un minuto) e raccolgono i risultati ottenuti dai diversi gruppi, riportando i dati su un grafico per la successiva analisi. Dal grafico (Figura 5) che riporta la velocità della reazione in funzione del pH i ragazzi determinano il pH ottimale dell'enzima. Nel caso dell'amilasi salivare i ragazzi deducono dalla curva ottenuta cosa succederà all'attività amilasica durante la digestione in bocca (la saliva ha pH 7) e al momento in cui si viene a trovare nello stomaco (pH 2). I ragazzi più grandi potranno poi collegare la sensibilità al pH alla ionizzazione degli amminoacidi e delle proteine.

Gli enzimi sono capaci di funzionare solo se si trovano in un ambiente che *simuli* il più possibile quello intracellulare in cui il pH è sotto stretto controllo. Quando isoliamo e studiamo delle biomolecole è quindi fondamentale per la loro stabilità che vengano mantenute ad un pH fra 6 e 8; per gli enzimi, oltre a questo si può determinare a quale pH lavorino in modo più efficiente.

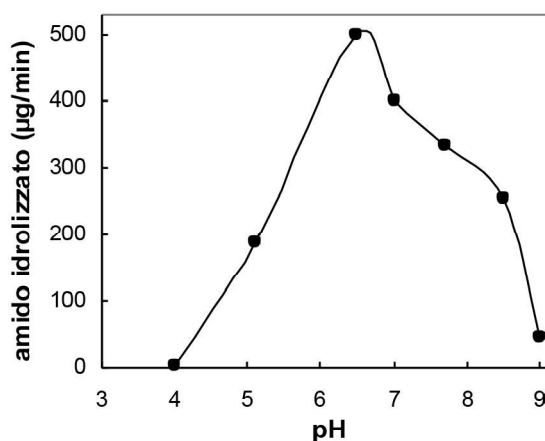


Figura 5. La curva di pH ottenuta nell'attività 5

## Attività 6: L'amilasi *percepisce* l'ambiente in cui si trova: la temperatura ottimale

### Materiali e metodi

Eppendorf, portaeppendorf, autopipette da 1000  $\mu\text{L}$  e 200  $\mu\text{L}$ , puntali, cronometro, Lugol, amido, tampone a pH 7, soluzione di amilasi, ghiaccio, acqua calda, termometri.

## Procedura

Tutti i gruppi lavorano con la stessa soluzione di amilasi. Predisporre termostati o beker riempiti di acqua riscaldata o ghiaccio. Assegnare ai gruppi le temperature da saggiare: 5°C, 10°C, 20°C, 30°C, 37°C, 40°C, 50°C, 70°C e 90°C (mediamente due per gruppo, sarebbe opportuno fare ogni prova in doppio). Aspettare (almeno 5 minuti) che le due provette con l'enzima (soluzione 1) e l'amido (soluzione 2: 600 µL di tampone e 200 µL di amido) raggiungano la temperatura desiderata. Mescolare 700 µL della soluzione 2 con 100 µL della soluzione 1 e far partire immediatamente il cronometro. Ogni 30 secondi prelevare alcune gocce della soluzione e saggiare col Lugol. Annotare il tempo in cui si ha il completo scolorimento e ripetere la prova alle altre temperature. Prendere i campioni tenuti in ghiaccio (5°C) e a 90°C, incubarli 5 minuti a 37°C, saggiare l'attività con la stessa procedura e confrontare i risultati ottenuti.

Dopo aver calcolato la velocità della reazione catalizzata (µg di amido idrolizzato in un minuto) i ragazzi raccolgono i risultati ottenuti dai diversi gruppi e li riportano su un grafico per analizzarli. Dal grafico che riporta la velocità della reazione in funzione della temperatura sarà facile determinare la temperatura ottimale dell'amilasi.

La costante di equilibrio di ogni reazione chimica, così come la velocità di reazione dipendono dalla temperatura, e le reazioni catalizzate dagli enzimi non fanno eccezione. Per queste ultime la velocità aumenta all'aumentare della temperatura fino al raggiungimento di una velocità massima. Temperature superiori faranno calare la velocità a causa della denaturazione termica dell'enzima. Infatti gli enzimi sono (tranne i ribozimi) proteine e come tali generalmente termolabili. La temperatura sarà quindi un altro fattore che influenzerà la stabilità e l'azione catalitica dell'amilasi. Sarà importante la riflessione sul diverso comportamento dell'enzima incubato alle due temperature estreme e riportato a temperatura ambiente; si potrà puntare l'attenzione sulla reversibilità o irreversibilità del processo. Si potrà poi collegare la sensibilità alla temperatura alla denaturazione termica delle proteine, all'omeotermia/eterotermia o ai metodi di conservazione degli alimenti.

## Attività 7: E se varia la concentrazione di amido cosa succede? La curva di substrato

### Materiali e metodi

Eppendorf, portaependorf, autopipette da 1000 µL e 200 µL, puntali, cronometro, Lugol, amido, tampone a pH 7, soluzione di amilasi.

### Procedura

Aggiungere a 800 µL di tampone, 80 µL della soluzione di amido e 30 µL di soluzione di amilasi. Poiché dobbiamo partire da una concentrazione piuttosto alta di

amido per poter rilevare il colore blu di partenza, è opportuno stringere i tempi del dosaggio a 15-20 secondi, invece dei soliti 30. Far partire il cronometro e misurare il tempo necessario per lo scolorimento. Determinare l'attività enzimatica come negli esperimenti precedenti in presenza delle seguenti concentrazioni finali di amido: 0,85  $\mu\text{g/mL}$ , 1,25  $\mu\text{g/mL}$ , 1,6  $\mu\text{g/mL}$ , 1,9  $\mu\text{g/mL}$ , 2,25  $\mu\text{g/mL}$  e 2,6  $\mu\text{g/mL}$ . Ogni gruppo farà tutti i dosaggi.

I ragazzi calcolano la velocità della reazione catalizzata ( $\mu\text{g}$  di amido idrolizzato in un minuto) e riportano in grafico i risultati da analizzare per vedere la relazione fra la velocità iniziale di reazione e la concentrazione di substrato.

Nei processi enzimatici la velocità di reazione dipende dalla concentrazione dello specifico substrato, a parità di altre condizioni. La velocità aumenta iperbolicamente all'aumentare della concentrazione di substrato fino ad una velocità-limite detta velocità massima. Questo indica che l'enzima deve possedere un numero finito di siti che possono combinarsi col substrato; quando tutti i siti sono occupati, non si può avere alcun ulteriore aumento della velocità e l'enzima è saturato dal suo substrato. Il grafico (Figura 6) che riporta la velocità della reazione in funzione delle diverse concentrazioni di substrato, sarà uno strumento perfetto per introdurre i concetti di sito attivo, complesso enzima-substrato, saturazione ed il modello analogico "chiave-serratura" di Fischer. Si potrà poi, con i ragazzi più grandi, ricavare il grafico di Lineweaver-Burk e determinare le costanti cinetiche  $V_{\text{max}}$  e  $K_M$ .

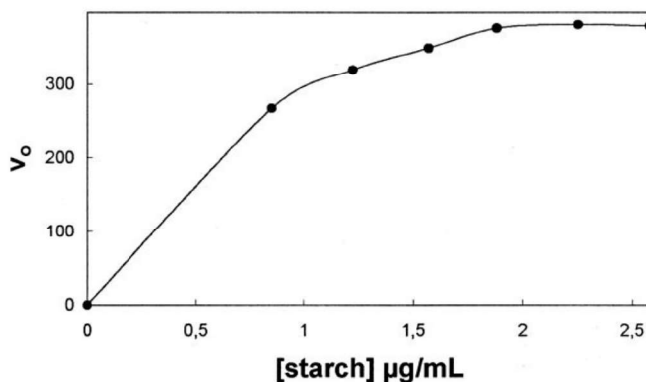


Figura 6. La curva di substrato dell'esperimento 7

## Commento finale

Il percorso è stato progettato e sperimentato nell'ambito del progetto Erasmus+ K2 TEST (*Teaching Experimentation in Science and Technology*) e del programma SID. L'esperienza personale mia e dei docenti sperimentatori che hanno implementato questo percorso in classe mostra che gli esperimenti sono semplici da realizzare, ma i ragazzi possono fare degli errori nella raccolta e nell'analisi dei dati; bisogna poi seguirli da vicino perché imparino a pipettare con cura e a calcolare le corrette diluizioni (Fig. 7). I ragazzi inizialmente hanno di solito bisogno di aiuto per pensare in termini di micro-quantità, calcolare la velocità di reazione, convertire i dati sperimentali in unità enzimatiche relative e fare i grafici. L'analisi, la discussione e l'elaborazione dei dati spe-



**Figura 7.** I ragazzi a lavoro in laboratorio

degli estratti biologici. L'ipotesi che viene formulata è che nelle cellule i processi chimici avvengano in condizioni moderate proprio per la presenza di particolari sostanze termolabili: un'idea embrionale di catalizzatore biologico (attività 1 e 2). La stessa conclusione cui erano arrivati Berzelius, Payen e Persoz all'inizio del 1800. Il fondamentale passaggio cognitivo successivo è la quantificazione dell'attività enzimatica che consentirà di vedere all'opera questa speciale sostanza.

I dati sperimentali ottenuti studiando l'attività amilasica a diverse quantità, diverse temperature, pH o quantità di substrato consentono di far stilare ai ragazzi una sorta di carta d'identità fenomenologica della sostanza (attività 3, 4, 5, 6 e 7). A questo punto gli studenti sono pronti per appropriarsi di un altro fondamentale concetto: queste sostanze, oltre che potenti catalizzatori, sono anche dei sensori molecolari che consentono, tramite una estrema duttilità regolatoria, l'adattabilità agli stimoli ambientali secondo le esigenze metaboliche della cellula. Questo è uno straordinario punto di partenza per aprirsi alla complessità dell'ambiente-cellula ed averne una visione dinamica.

## Bibliografia

- Bell, R.L., Smetana L., Binns I. 2005. Simplifying inquiry instruction, *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Eick, C., L. Meadows, and R. Balkcom. 2005. Breaking into inquiry. *The Science Teacher* 72(10): 49-53.
- Marini I., 2005. Discovering an accessible enzyme: salivary  $\alpha$ -amylase. *Prima digestio fit in ore: a didactic approach for high school students. Biochemistry and Molecular Biology Education* **33**: 112-116.
- Martin-Hansen L., 2002. Defining inquiry. *The Science Teacher* 69(2): 34-37.
- Payen A, Persoz JF. 1833. Mémoire sur la diastase, les principaux produits de ses reactions et leur applications aux arts industriels. *Annales de chimie et de physique* **53**: 73-92.

M. ALFANO, R. DE STASIO, A. DI ADILA, A. DONIZETTI,  
M. FONTECHIARI, A. PASCUCCI, L. RENZI, M. TURANO

---

## *AMGEN BIOTECH EXPERIENCE: la sfida italiana nell'insegnamento-apprendimento delle Biotecnologie a scuola attraverso l'Inquiry*

*Formare insegnanti capaci di attivare a scuola, con i loro studenti, percorsi sperimentali e metodologici innovativi nello studio delle Biotecnologie al fine di comprendere la Scienza e come essa procede. Questo l'obiettivo del programma Amgen Biotech Experience – ABE sostenuto dalla Fondazione Amgen e coordinato dalla EDC (Education Development Center) nel promuovere siti ABE nazionali, quali centri di riferimento per lo sviluppo professionale dei docenti di Scienze. Da decenni i centri sono attivi negli Stati Uniti e dal 2017 creati anche in Cina, Canada, Australia, Singapore e in pochi Paesi europei, tra cui l'Italia.*

*Una straordinaria impresa collettiva per l'Educazione scientifica delle nuove generazioni, cittadini di un mondo globale informati e consapevoli.*

### **Introduzione**

L'Amgen Biotech Experience (ABE) è un innovativo programma di educazione scientifica che consente ai docenti di portare le biotecnologie nelle aule delle proprie scuole. Per quasi 30 anni, ABE ha reso possibile, soprattutto negli USA, l'esecuzione di esperimenti reali di biotecnologie a scuola, per aiutare gli studenti a comprendere meglio la Scienza e come essa influenzi la loro vita quotidiana. Il programma di laboratorio da realizzare a scuola in due settimane fornisce ai docenti sviluppo professionale, materiale didattico e strumentazione di ricerca, per consentire una *full immersion* degli studenti nei concetti e nelle tecniche che gli scienziati usano in ambito biotecnologico, ad esempio per la produzione di farmaci. Oggi, più di 80'000 studenti e oltre 1'500 docenti prendono parte ogni anno ai laboratori Amgen Biotech Experience per esplorare le metodologie usate dagli scienziati per produrre farmaci biotecnologici.

L'ABE ha quale obiettivo prioritario quello di stimolare, attraverso la formazione in servizio dei docenti e la cooperazione internazionale con realtà scientifiche e formative di prestigio, la progressiva acquisizione di procedure e metodi da radicare



nella pratica scolastica con gli studenti. A tale scopo è stato istituito l'ABE site Italy, coordinato dall'ANISN in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, grazie ad un accordo quadro con la stessa. ABE site Italy intende creare un *site* con un'architettura sistemica, multifattoriale e dinamica, al fine di formare docenti in servizio aiutandoli ad inserire i laboratori ABE nei loro programmi scolastici, sviluppando nel contempo competenze nell'ap-proccio dell'inquiry.

ABE site Italy è il nodo Italiano di un network di 18 omologhi "ABE sites" con sedi presso le più prestigiose Università nel mondo (vedi Fig. 1).



Figura 1.

Un esempio virtuoso, dunque, di cooperazione sinergica e continua tra soggetti con competenze specifiche a vantaggio di docenti e studenti.



Figura 2.

Il programma in Italia si radica in precedenti interazioni dell'ANISN con l'ABE site Massachusetts alla Harvard University, con il quale oggi l'ABE site Italy è gemellato, ed ha avuto inizio con l'approvazione di un complesso progetto di una fase pilota svoltasi nell'anno scolastico 2016-2017. I positivi risultati della fase pilota hanno permesso la creazione dell'ABE site Italy, inaugurato il 6 novembre 2017 ([www.anisn.it/nuovosito/lancio-abe-site-italy/](http://www.anisn.it/nuovosito/lancio-abe-site-italy/)) con la presenza anche del direttore dell'ABE site di Harvard. L'ABE site Italy si avvale delle competenze scientifiche e didattiche dei due principali soggetti che cooperano. Da un lato quindi eccellenti infrastrutture e attrezzature, disponibilità di personale e *facilities* del Dipartimento di Biologia dall'altro, la trentennale esperienza dell'ANISN in programmi innovativi di formazione docenti ed in particolare nell'ambito dell'IBSE. Un

**L'ABE SITE ITALY** si configura come un centro di riferimento italiano per la formazione dei docenti di Scienze degli istituti d'istruzione secondaria superiore, presso cui i docenti vengono formati sia su metodologie didattiche innovative sia sulle tecniche di laboratorio previste dai laboratori ABE.

Il programma formativo ABE intende quindi rispondere a esigenze formative ormai ineludibili per i docenti italiani e rimarcate anche nelle Indicazioni Nazionali e nelle Linee Guida per la scuola secondaria di 2° grado. In particolare nel secondo biennio delle Linee guida per gli Istituti Tecnici le discipline di indirizzo assumono connotazioni specifiche in una dimensione sia metodologica che squisitamente sperimentale, con l'obiettivo di far raggiungere agli studenti, nel quinto anno, un'adeguata competenza metodologica e professionale di settore, idonea anche per la prosecuzione degli studi. D'altra parte anche nelle Indicazioni Nazionali per i licei scientifici riguardo agli obiettivi specifici di apprendimento si richiede l'insegnamento-apprendimento di "biochimica e biomateriali, la struttura e funzione di molecole di interesse biologico ponendo l'accento sui processi biologici/biochimici nelle situazioni della realtà odierna e in relazione a temi di attualità, in particolare quelli legati all'ingegneria genetica e alle sue applicazioni". Ai docenti e alle scuole vengono forniti gratuitamente materiali e strumentazioni per realizzare i laboratori ABE a scuola con gli studenti "protagonisti" delle attività sperimentali.

### Articolazione del percorso formativo destinatari

Docenti di Scienze e studenti, in particolare dei Licei scientifici, Licei scientifici con opzione Scienze applicate, Licei classici, Istituti Tecnici ad indirizzo biosanitario/biotecnologico con laboratori scientifici dotati di attrezzature di base, dispositivi di sicurezza e di strumentazioni per condurre esperienze di Biologia molecolare. L'ABE Site Italy ha fornito gratuitamente i materiali e, in comodato, strumentazioni didattiche di nuova generazione come il MiniOne Electrophoresis e PCR system, per le sperimentazioni con gli studenti.

Docenti e studenti coinvolti:

- FASE PILOTA (periodo gennaio-giugno 2017): **19** docenti di Scienze e **100** studenti di Istituti scolastici delle regioni Campania, Umbria, Emilia Romagna, Puglia.
- PRIMA ANNUALITÀ (periodo gennaio-giugno 2018): 34 docenti (di cui 24 nuovi docenti) di Scienze con 787 studenti provenienti da scuole di 15 città, distribuite in 7 province di 5 regioni: Campania, Umbria, Emilia Romagna, Lazio, Puglia.



**Figura 3.** Gruppo di docenti sperimentatori e ricercatori. In prima fila, al centro il Direttore dell'ABE site Anna Pascucci

Il percorso formativo normalmente prevede 3 fasi:

### PRIMA FASE

- **Destinatari:** docenti sperimentatori selezionati
- **Formazione in presenza** della durata di 4 giorni per un numero complessivo di 32 ore.
- **Sede:** ABE Site Italy-Laboratori didattici del Dipartimento di Biologia-Università Federico II di Napoli.

**Il corso di formazione realizzato con i docenti ha avuto/ha lo scopo di:**

- approfondire le conoscenze disciplinari relative alle Biotecnologie integrandole in una programmazione didattica coerente e funzionale alla loro decodificazione in termini di rigore scientifico, potenzialità e limiti applicativi;
- aggiornare e innovare i contenuti e le metodologie dell'insegnamento-apprendimento delle discipline scientifiche in particolare mediante l'acquisizione progressiva dell'*inquiry based teaching e learning* (IBSE - Inquiry Based Science Education);
- favorire l'impiego di tecniche e metodi di laboratorio che richiedono l'acquisizione di specifiche competenze sperimentali necessarie per sviluppare percorsi innovativi nel campo delle Biotecnologie e fungere da volano anche per stimolare l'interesse degli allievi;
- facilitare e sostenere il confronto e la cooperazione Internazionale con realtà scientifiche prestigiose ed avanzate anche in termini di *expertise* sull'IBSE;
- favorire e sostenere l'elaborazione di un piano programmatico nel



Figura 4. Formazione docenti su IBSE



Figura 5. Formazione docenti: laboratorio 4



Figura 6. Formazione docenti: discussione risultati laboratorio 4

quale l'ABE sia coerente con le Indicazioni Nazionali e le Linee Guida Ministeriali; elaborare una pluralità di strumenti di valutazione (quaderno di scienze, griglie, prove autentiche), con il coinvolgimento dei docenti partecipanti, adeguati all'*assessment* formativo e sommativo degli studenti.

## SECONDA FASE

- **Destinatari:** gruppi di 25/30 studenti del 4° e 5° anno delle scuole secondarie superiori.
- **Formazione:** attività sperimentali e laboratori IBSE per gli studenti; ricerca-azione dei docenti sperimentatori.
- **Sedi:** laboratori scientifici sufficientemente attrezzati nelle scuole dei docenti sperimentatori.

**Il programma ABE realizzato con gli studenti ha avuto/ha l'obiettivo di:**

- coniugare le competenze sviluppate dai docenti nelle metodologie didattiche INQUIRY BASED con le attività sperimentali avanzate che gli studenti realizzano applicando il metodo, il contesto e le modalità operative peculiari della ricerca scientifica;
- alimentare e sostenere lo sviluppo di competenze trasversali quali il pensiero critico (critical thinking) e la cooperazione tra pari necessarie per la loro formazione anche di cittadinanza attiva;
- acquisire la conoscenza dei contenuti e delle abilità procedurali nelle tecniche di base del DNA ricombinante e unitamente alla comprensione di diversi concetti chiave disciplinari;
- esplorare la lettura e la scrittura scientifica in lingua inglese;
- sviluppare attività per il CLIL.



**Figura 7.** Studenti in laboratorio: caricamento Gel per elettroforesi



**Figura 8.** Studenti ricercatori impegnati nella "paper activity" di costruzione dei plasmidi

## TERZA FASE

- **Destinatari:** docenti sperimentatori e studenti coinvolti nel programma
- **Formazione:** riunioni in piccoli gruppi (in presenza e a distanza) ed evento pubblico per la restituzione da parte di docenti, del percorso formativo realizzato nella propria scuola con gli studenti. Riflessioni metodologiche raccolte durante la formazione e la sperimentazione con gli studenti; utilizzo degli strumenti valutativi sviluppati; condivisione di eventuali materiali prodotti anche dagli studenti; raccomandazioni per lo sviluppo futuro del programma ABE in Italia.
- **Sede:** Università degli studi di Napoli Federico II

L'ABE site Italy sarà attivo anche nei prossimi **anni coinvolgendo docenti e insegnanti di 8** regioni e prevedendo la creazione di un centro satellite a Foligno coordinato dall'ANISN **Umbria presso il Laboratorio di Scienze Sperimentali.**

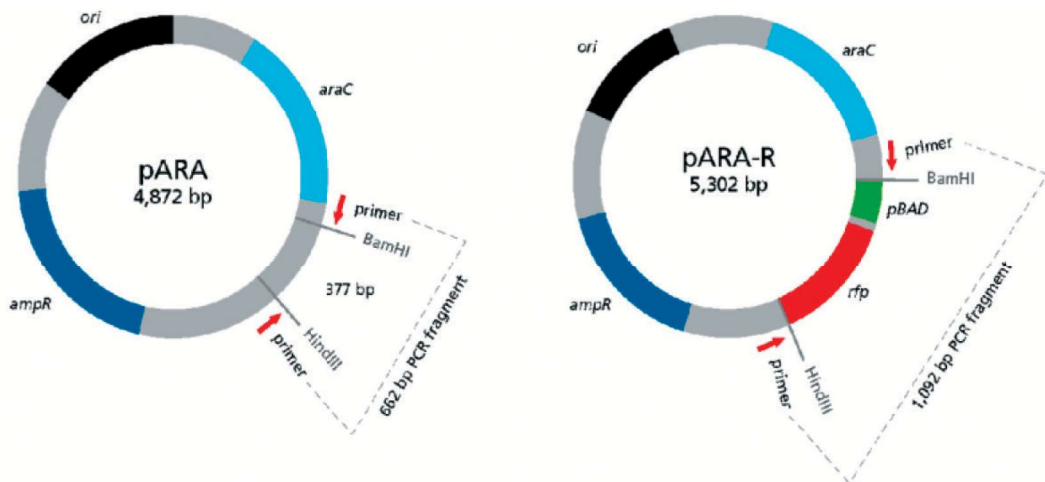
## Il programma ABE e l'approccio IBSE

La prima annualità del programma ABE, che ha seguito la fase pilota, ha visto i docenti sperimentatori impegnati in sessioni specifiche di formazione sull'Inquiry: il significato, i livelli, le caratteristiche essenziali dell'Inquiry in classe, alcuni esempi e applicazioni. Partendo da tali premesse ai docenti sperimentatori è stato affidato il compito di sperimentare i laboratori ABE secondo l'approccio IBSE. Ai docenti sono state fornite le guide in lingua italiana e in lingua inglese da cui trarre possibili domande investigabili e spunti per la riflessione sui possibili livelli di Inquiry. Le attività di laboratorio previste dal programma (laboratori 1-6) si prestano a livelli di inquiry strutturato e guidato anche in considerazione del fatto che la parte operativa richiede di seguire un protocollo sperimentale predefinito.

Gli studenti hanno l'opportunità di sperimentare in prima persona che la Scienza è una attività cooperativa, che non prevede soltanto la manipolazione o l'utilizzo di strumenti e materiali, ma richiede soprattutto di ragionare, comunicare e scrivere sia per sé che per gli altri. Agli studenti sono poste le "domande investigabili", su cui si riflette prima individualmente e poi in gruppo e per poter formulare risposte plausibili, elaborare le proprie previsioni, condurre un'indagine scientifica, dare spiegazioni, confrontare i dati sperimentali ottenuti con le loro previsioni iniziali e con quanto la scienza propone.

## AMGEN BIOTECH EXPERIENCE LABs: come costruire un plasmide ricombinante per produrre una proteina d'interesse

I laboratori ABE ripropongono alcuni dei passi importanti che l'industria biotecnologica farmaceutica utilizza per sviluppare farmaci per il trattamento di diverse

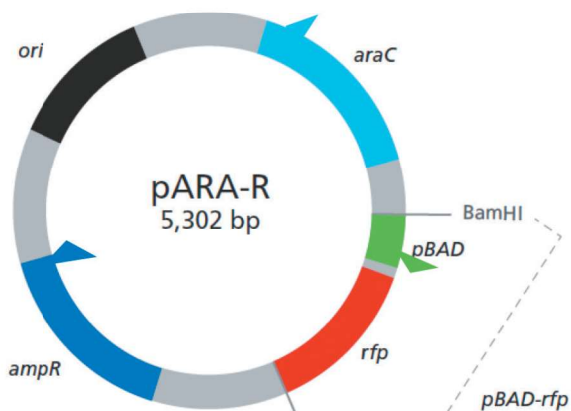


**Figura 9.** Plasmide pARA e plasmide ricombinante pARA- R. Le frecce rosse indicano i tratti che i primers potranno amplificare con PCR

malattie come, ad es. il diabete di tipo 1, drammaticamente in crescita tra gli adolescenti negli ultimi venti anni. È da qui che il percorso prende avvio, in modo tale che gli studenti capiscano meglio il ruolo della biotecnologia nella produzione di farmaci biotecnologici e il potenziale effetto che questo settore può avere per la produzione di farmaci salvavita, qual è il caso di proteine terapeutiche come l'insulina, ottenuta con le tecniche di base del DNA ricombinante.

Le esperienze di laboratorio del programma ABE sono estremamente importanti per l'educazione scientifica in quanto offrono agli studenti l'opportunità di fare scienza "reale" e consentono loro di utilizzare materiali quali Taq polimerasi, oligonucleotidi, cellule batteriche e strumenti professionali quali celle elettroforetiche per analizzare frammenti di DNA, termociclatori per amplificare tratti di DNA.

La sequenza completa delle attività prevede sei attività di laboratorio e porta gli studenti a produrre una molecola di DNA ricombinante, che è una chimera di elementi eucariotici e procariotici. La componente procariotica consiste in un plasmide batterico ingegnerizzato e dei suoi elementi di controllo- origine di replicazione, gene per la resistenza all'ampicillina e operone arabinosio-, mentre l'elemento eucariotico è il gene dell'anemone di mare, *Discosoma* sp, che codifica per la proteina fluorescente RFP (Red Fluorescence Protein), che verrà prodotta



**Figura 10.** Plasmide ricombinante pARA- R che si ottiene a seguito della reazione di ligazione del lab. 3

dalle cellule batteriche in maniera analoga alla produzione di insulina ricombinante. Una volta che gli studenti hanno prodotto il DNA plasmidico ricombinante, da lab 1 a lab 4, lo usano per trasformare le cellule batteriche. Le colonie che esprimono il gene *rfp* appariranno rosse o rosa chiaro. Le cellule delle colonie trasformate vengono trasferite in un terreno di coltura liquido, vengono raccolte, lisate per il rilascio in soluzione della proteina fluorescente rossa. Quest'ultima viene separata dalle altre proteine presenti nel lisato attraverso cromatografia su colonna.

**Gli studenti imparano a comprendere che la stessa procedura è utilizzata per produrre insulina ricombinante che è un farmaco salvavita.**

La sperimentazione nelle scuole ha previsto esclusivamente la realizzazione dei lab 1, 2, 3, 4, descritti nella tabella 1, poiché la trasformazione può essere condotta solo presso le università o centri di ricerca. Tuttavia, per completare le attività attenendosi alle norme di sicurezza, è stata poi inserita nel programma la realizzazione di una PCR per amplificazione del plasmide ricombinante e non ricombinante.

**Tabella 1.**

<b>SEQUENZA A: Lab 1-lab 6</b>	
Lab 1.1	Come usare le micro pipette Preparazione del gel di agarosio
Lab 1.2	Elettroforesi su gel di agarosio Movimento dei coloranti S1, S2, S3 su gel di agarosio
Lab 2	Digestione del plasmide pKAN-R -e del plasmide pARA
Lab 3	Costruzione del plasmide pARA-R-Reazione di ligazione
Lab 4	Verifica della reazione di ligazione mediante elettroforesi su gel
Lab 5	Trasformazione dei batteri con i prodotti della ligasi
Lab 6	Purificazione della proteina RFP mediante cromatografia
<b>SEQUENZA B: Lab 1-lab 4; Lab PCR</b>	
Lab - PCR	PCR - Polymerase Chain Reaction dei plasmidi : pARA-R; pARA (non da colonia batterica)
Lab - PCR	Verifica della PCR mediante elettroforesi su gel di agarosio

## Materiali

- Coloranti Dye solution S1-S2-S3
- Plasmidi pKAN-R -e pARA
- Enzimi di restrizione BamHI; HindIII
- DNA Ligasi Agarosio

- Gel Green
- TBE
- DNA Ladder 1Kb
- Plasmidi (lab 2-4)
- PCR Master Mix
- Plasmidi pARA e pARA-R
- Primers

### Strumentazioni Laboratori 1, 2, 3, 4

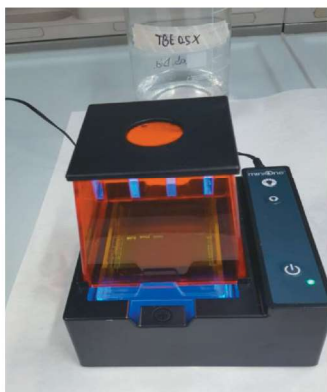
- micro pipette 2-20 il; 20-100 il
- scatola puntali monouso
- tubi di reazione da 200 il; 1500il
- portatubi
- pennarello indelebile
- minicentrifuga
- bagnetto termostato
- freezer temp -20°C/4°C
- contenitore termico con ghiaccio
- MiniONE Electrophoresis system
- sistemi di protezione individuali: camice, occhiali e guanti monouso



**Figura 11.** Eppendorf contenenti plasmidi, enzimi di restrizione ed enzima ligasi riposti nel ghiaccio durante l'attività di laboratorio



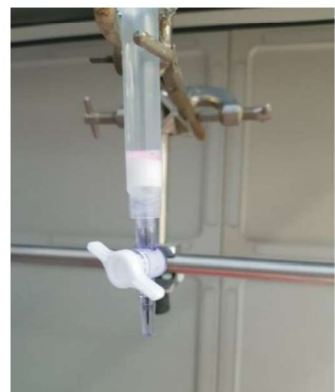
**Figura 12.**



**Figura 13.** Cella elettroforetica MINIONE SYSTEM



**Figura 14.** Piastra Petri con cellule batteriche trasformate



**Figura 15.** Colonna cromatografica per purificazione della RFP Red Fluorescence Protein



## Materiali e strumentazioni Laboratori 5 e 6

- Piastre Petri con terreno di coltura LB (Luria Broth)
- Confezione di anse per semina microbica
- Colonne cromatografiche
- MiniONE SYSTEM PCR-Electrophoresis

## MiniOne ELECTROPHORESIS e Mini One PCR system

Per realizzare l'amplificazione e l'elettroforesi del DNA plasmidico il kit ABE fornisce, in alternativa a termociclatori e celle elettroforetiche professionali, il sistema delle Mini ONE Electrophoresis e Mini ONE PCR.

Il sistema **Mini ONE Electrophoresis** (nelle figure 13 e 16) consente di realizzare in tempi brevi una corsa elettroforetica di DNA plasmidico o di coloranti. Nella preparazione del gel di agarosio viene utilizzato il Gel Green, un colorante per acidi nucleici che rappresenta una valida alternativa all'etidio bromuro; quest'ultimo oltre a caratterizzarsi per l'elevata tossicità, per consentire la visualizzazione del DNA ha

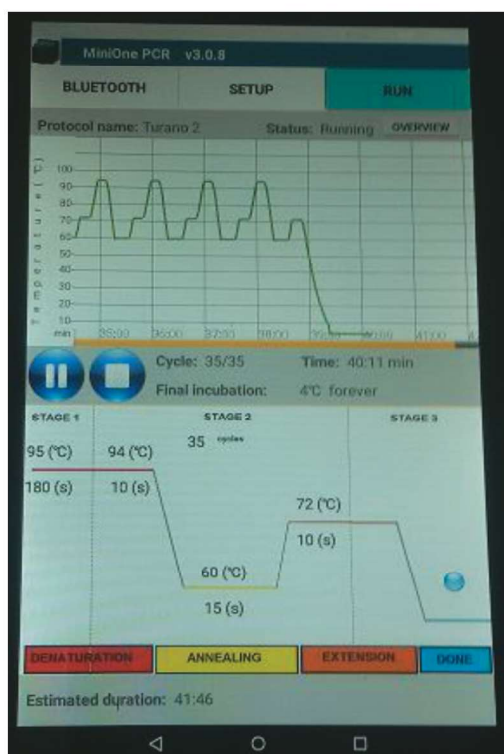
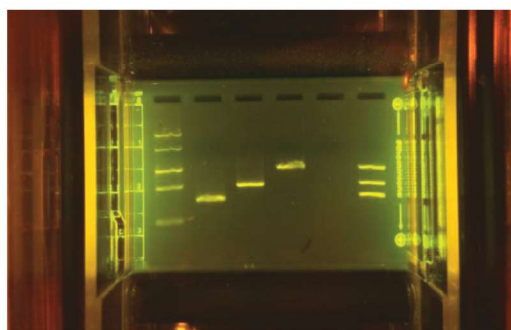


Figura 16. Dettaglio cella elettroforetica MiniONE SYSTEM e termociclatore

bisogno di essere eccitato da luce ultravioletta, per cui non è adatto ad attività didattiche nei laboratori scolastici. Il sistema **MiniOne** illumina il gel con luce a LED e la corsa può anche essere fotografata o filmata in fase di esecuzione.

Nei laboratori 1.2, 2, 4, 6 e nel lab PCR gli studenti hanno avuto l'opportunità di caricare i campioni di DNA plasmidico, di osservare la progressione delle corse elettroforetiche, di schematizzare i risultati, confrontandoli con le loro previsioni iniziali e discutere in gruppo i risultati sperimentali ottenuti.

Il **Mini One PCR System** è un termociclatore di poco più di 10 cm di lato ed è programmato attraverso un tablet che interagisce con il termociclatore attraverso il Bluetooth, mentre attraverso il display è possibile seguire lo stato di avanzamento dell'amplificazione e relativi tempi e temperature di denaturazione, annealing ed estensione, nonché la ripetizione dei cicli.

Al termine della PCR i plasmidi amplificati ricombinanti e non ricombinanti, vengono sottoposti ad elettroforesi nella MINIONE Electrophoresis e gli studenti possono interpretare i risultati, riflettere sull'errore ovvero valutare se i risultati ottenuti non coincidono con le previsioni iniziali. Di estrema importanza è la comunità di pratiche che si è sviluppata intorno a questo programma su tutto il territorio nazionale, che ha permesso non solo lo scambio di informazioni e di metodologie, ma di confrontare i risultati tra i gruppi di lavoro e la discussione dei dati ottenuti dagli studenti, con relative inferenze e problematizzazioni.

## Conclusioni

Per concludere guardando anche agli sviluppi futuri, il programma ABE ha coniugato attività sperimentali e formazione metodologica dei docenti sperimentatori, approfondimenti scientifici e riflessioni sulla natura della Scienza. I docenti, durante la formazione, e gli studenti poi a scuola, hanno dovuto affrontare situazioni complesse, con variabili da identificare, e imprevisti sperimentali da affrontare; hanno dovuto fornire una rigorosa spiegazione dei risultati in base alle evidenze e ai dati, ricercare il motivo dell'errore, se c'è stato, confrontare i propri risultati con quelli degli altri, e individuare nuove domande di ricerca.

A sottolineare l'importanza di Amgen Biotech Experience per le carriere scientifiche, i dati emersi da una recente ricerca realizzata da WestEd1 hanno fatto registrare un significativo miglioramento tra gli studenti che hanno aderito al programma ABE sia sul piano dell'apprendimento sia dal punto di vista dell'interesse verso la scienza e le biotecnologie. Il 53% degli studenti si è detto più interessato a conoscere la ricerca scientifica e l'82% ritiene di aver sviluppato nuove idee su come si opera nei laboratori scientifici. Il programma ABE stimola e incrementa un forte interesse per la scienza da parte degli studenti e li può aiutare a pensare a se stessi in un futuro non molto lontano a ricoprire ruoli professionali nei quali dovranno curare malattie complesse e contribuire al miglioramento della salute.

I risultati conseguiti sinora, basati sui feedback ottenuti da docenti e studenti, pubblicati anche sul sito web dell'ABE site Italy, permettono di affermare che l'AMGEN BIOTECH EXPERIENCE in Italia è la risposta strategica ad alcune necessità "urgenti" dell'insegnamento-apprendimento delle materie scientifiche nelle nostre scuole superiori. È evidente che tra tante azioni e tanti attori, i docenti giocano un ruolo chiave nel rinnovamento dell'educazione scientifica. La loro motivazione, coinvolgimento e profonda conoscenza sono i motori che sostengono un processo di rinnovamento che coinvolge essi stessi insieme agli studenti. Non si tratta di un percorso facile ricoperto da petali di rosa ma certamente i dati raccolti testimoniano che siamo sulla strada giusta!

### **Staff ABE site Italy**

- Program Site Director: Anna Pascucci, ANISN
- Program Site Coordinator: Aldo Donizetti, Dipartimento di Biologia – Università Federico II di Napoli
- Program Site Technician: Roberta De Stasio, Dipartimento di Biologia – Università Federico II di Napoli
- Program Site Liaison: Luigina Renzi, ANISN ABE ambassador Giorgio Bianchini, ANISN Alumni

Il programma prevede l'implementazione negli anni degli ABE site Italy ambassadors.

### **Riferimenti sitografici e rassegna stampa**

Sito web ABE site Italy : [abe.anisn.it/it/](http://abe.anisn.it/it/) :

Sito web Internazionale [www.amgenbiotechexperience.com](http://www.amgenbiotechexperience.com)

Facebook "amgen biotech experience site Italy"

A Poetic Journey Into Science Education: The Italian PDI Experience

[www.amgenbiotechexperience.com/poetic-journey-science-education-italian-pdi-experience](http://www.amgenbiotechexperience.com/poetic-journey-science-education-italian-pdi-experience)

Rassegna stampa del' evento di lancio dell'ABE site Italy: [abe.anisn.it/it/whatis/news/#0](http://abe.anisn.it/it/whatis/news/#0)

*Scheda Informativa:* [www.amgenbiotechexperience.com/sites/default/files/abe\\_fact-sheet\\_2017\\_italy\\_italian.pdf](http://www.amgenbiotechexperience.com/sites/default/files/abe_fact-sheet_2017_italy_italian.pdf)

## *A proposito di osmosi*

### **Introduzione**

In questo articolo nella prima parte viene presentata una attività svolta in un incontro di formazione all'interno del corso IBSE ANISN in cui sono state coinvolte docenti della secondaria di secondo grado.

Il processo biologico scelto è stato quello dell'osmosi, che viene affrontato in tutti i corsi di biologia di tutti gli ordini di scuola quando si introduce la cellula, la fisiologia cellulare, trasporti attraverso la membrana cellulare e uno dei concetti base della biologia, quello di omeostasi.

Abbiamo affrontato il problema non solo da un punto di vista qualitativo, ma quantitativo perché è fondamentale che gli studenti dimostrino di essere in grado di fare misure in modo preciso e ordinato.

Nella seconda parte viene presentato la stessa attività, ma affrontata da una classe di liceo delle scienze applicate, per evidenziare il rapporto tra attività in un corso di formazione e la realizzazione in classe.

### **1ª Fase: incontro formazione docenti**

I docenti hanno svolto l'attività come se fossero degli studenti, mentre i conduttori dell'incontro sottolineavano le fasi dell'*inquiry*.

Ai docenti è stata proposta un'attività sperimentale in cui bisognava indagare su quale fosse la soluzione isotonica per delle cellule di patata.

A tale proposito è stata fornita la seguente scheda uguale a quella che sarà fornita in seguito agli studenti, dove sono sottolineate le fasi IBSE.

### Messa in situazione

Avete studiato che l'acqua entra ed esce dalla cellula attraverso la membrana semipermeabile secondo un gradiente di concentrazione per osmosi. L'osmosi è un fenomeno molto sfruttato in cucina, ad esempio quando si mettono sotto sale le melanzane, quando si preparano una macedonia, le olive in salamoia o il baccalà... In tutti questi casi si sfrutta il "trasferimento" dell'acqua attraverso le membrane che garantisce l'aspetto finale desiderato del prodotto.

Domanda investigabile

Ma è possibile preparare una soluzione che conservi a lungo il turgore di una cellula vegetale, per esempio di una patata, in modo che essa non modifichi il suo aspetto originario?

Avete a disposizione patate e soluzione concentrata di saccarosio

### 2. ipotesi

### 3. la tua proposta

Lista dei materiali:

progettazione fase sperimentale

### 4. La proposta del gruppo trascritta su un poster

### 5. Fase sperimentale

### 6. Osservazioni, dati sperimentali

### 7. Risposta al problema iniziale

### 8. Cosa ho imparato

### 9. Nuove domande



Figura 1. Progettazione in gruppo

I docenti prima singolarmente e poi in gruppo hanno elaborato un'ipotesi e una progettazione della fase sperimentale (Fig. 1).

Ogni gruppo ha presentato il poster elaborato. L'ipotesi formulata dai docenti è che il campione che mantiene l'aspetto originario è quello immerso in una soluzione isotonica.

Sull'ipotesi si è avuta ampia condivisione, nella fase di progettazione come variabile indipendente è stata

scelta la concentrazione della soluzione da utilizzare ma sulla variabile dipendente si sono evidenziate alcune differenze.

a) Un gruppo ha scelto la variazione della consistenza del campione, un altro la variazione lunghezza e un altro ancora la variazione di massa.

Dalla discussione, i docenti che avevano scelto come variabile la variazione di consistenza si sono resi conto della difficoltà di coglierla visto che la variazione di concentrazione doveva essere piccola per poter stabilire la soluzione isoto-

nica, e per questo motivo i docenti hanno deciso di misurare la variazione di massa o la variazione di lunghezza

Dal punto di vista tecnico non ci sono state divergenze e i docenti hanno concordato la seguente procedura

- a) Estrarre cilindretti di patata con un cavator solo e tagliare in modo che siano della stessa lunghezza e asciugarli.
- b) Calcolare la massa iniziale dei cilindretti o la lunghezza (avevano a disposizione sia bilancia che righelli)
- c) Preparare delle soluzioni a diversa concentrazione (vengono stabilite le seguenti concentrazioni 1M, 0,9M, 0,75M, 0,5 M, 0,25 M, 0,1M, H<sub>2</sub>O).
- d) Immergere i cilindretti nelle provette contenenti le soluzioni
- e) Estrarre dopo circa un'ora i cilindretti e asciugarli
- f) Calcolare di nuovo la massa o la lunghezza e l'eventuale variazione

Durante la fase operativa il gruppo che aveva scelto come variabile la lunghezza si è accorto della difficoltà di effettuare questa misura perché (quando il cilindretto perde turgore) rimane leggermente ricurvo.

Nell'attesa di vedere i risultati della fase sperimentale, abbiamo ritenuto necessario riprendere le fasi IBSE soprattutto la fase "*explore*" (formulazione ipotesi, progettazione, e fase sperimentale) perché analizzando i poster si è notato che, forse per la fretta, i docenti non le esplicitano chiaramente. A volte manca l'ipotesi o le fasi della progettazione sono poco articolate o i risultati non sono inseriti in tabelle. Alla fine della fase sperimentale i gruppi trascrivono i risultati sui poster, ma nasce il problema di un confronto perché la variazione di massa andava espressa in percentuale: infatti i campioni iniziali non erano omogenei, cioè non avevano la stessa massa.

L'attività è stata apprezzata dai docenti in quanto hanno ritenuto che poteva essere proposta agli studenti, perché sono necessarie semplici attrezzature e non un laboratorio particolarmente attrezzato. Poi ne abbiamo approfittato per fare emergere i punti di forza e di criticità nell'applicazione in classe di questa modalità di approccio alle scienze che le colleghe hanno già sperimentato con diverse attività, perché frequentano il corso da almeno due anni.

I punti di forza evidenziati:

- Interesse, curiosità e partecipazione attiva.
- Grado di coinvolgimento elevato anche per alunni che solitamente sono restii ai lavori in gruppo
- Validità del lavoro di gruppo: confronto e aiuto (*cooperative learning*)
- Apprendimento più consapevole e duraturo.
- Sviluppo delle competenze di cittadinanza, in particolare (comunicazione in madrelingua, imparare ad imparare, lavorare in gruppo, spirito di iniziativa)

Punti di criticità emersi:

I tempi di sviluppo di attività con questo metodo non consentono che ogni argomento della programmazione possa essere trattato in questo modo.

- Difficoltà nel trovare risposte individuali alla domanda
- Difficoltà linguistica (non solo per gli stranieri) nel comprendere la domanda investigabile
- Difficoltà nella gestione dei gruppi.
- Difficoltà d'ascolto durante la fase comunicativa
- Fatica nel far rispettare le fasi dell'*inquiry*
- Difficoltà nella documentazione scritta

Riteniamo però che queste difficoltà potrebbero essere almeno parzialmente superate, se queste attività IBSE venissero riproposte in modo costante e “non qualche volta”.

In questi anni (cinque) ci siamo sforzate di presentare attività non banali, ma che richiedono attrezzature minime, a volte supportate dai nostri kit.

## 2<sup>a</sup> Fase: sperimentazione in classe

### *Premessa*

Quest'attività è stata proposta in una seconda liceo di scienze applicate dove nel primo quadrimestre è stata trattata la stechiometria, incluse le soluzioni, e nel secondo, dopo aver studiato la cellula vegetale sono stati affrontati i trasporti attraverso le membrane. Dopo aver visto in laboratorio, al microscopio, la plasmolisi della cellula di cipolla, quando si trova in una soluzione ipertonica, è stata proposta un'attività IBSE sull'osmosi ma di tipo quantitativo.

**Obiettivo:** approfondire il concetto di osmosi stabilendo la concentrazione di una soluzione isotonica per cellule vegetali di patata.

### 1. *Engage*

L'insegnante riprende, attraverso delle domande alla classe, concetti sul trasporto di sostanze attraverso le membrane soffermandosi sui termini: ipertonica, ipotonica e isotonica.

Quindi presenta delle situazioni nella vita quotidiana dove si verifica il fenomeno dell'osmosi e pone la domanda investigabile:

Qual è la concentrazione della soluzione che mantiene il turgore di una cellula vegetale, per esempio di una patata, in modo che essa non modifichi il suo aspetto originario?

Presenta i materiali a disposizione: (Fig. 2)

Consegna agli alunni la stessa scheda utilizzata dai docenti in formazione dove viene riportato il problema, la domanda investigabile.

## 2. Explore

Gli alunni hanno una decina di minuti per scrivere un'ipotesi e una possibile procedura. Per evitare che lavorino subito in gruppo questa fase può essere svolta in classe con i banchi divisi, l'insegnante è disponibile a dare spiegazioni, ma non chiaramente la soluzione.

Poi in aula o in laboratorio si riuniscono in gruppo, condividono le loro proposte ed elaborano un'unica progettazione che scriveranno su un poster. Il primo problema che emerge è come preparare le soluzioni consigliate. Ecco lo stralcio di discussioni tra gli alunni: "Vi ricordate! se facciamo  $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$  faccio i calcoli quindi, per fare una soluzione 0,90 M prendo 18 ml di soluzione 1M e ci aggiungo 2 ml di  $H_2O$  per avere 20ml". L'insegnante in questo momento del lavoro di progettazione di gruppo controlla che tutti i gruppi siano giunti alla stessa conclusione, per quanto riguarda la preparazione delle soluzioni, in quanto un errore potrebbe compromettere tutta la fase sperimentale. È chiaro che fa in modo che gli alunni riflettano su quello che conoscono sulle soluzioni per giungere da soli alle conclusioni evitando anche in questa fase di fornire la soluzione.

Terminato il tempo a disposizione, ogni gruppo presenta l'ipotesi e la progettazione.

Un gruppo presenta alla classe questa ipotesi: In teoria la soluzione isotonica sarà quella in cui il campione di patata non presenta variazione di massa. In pratica un campione di patata non assorbe né perde acqua. Il procedimento si vede dal poster (Fig. 3).

- 1) Nella provetta n. 1 mettiamo 20 ml di soluzione di saccarosio (1M). Nella provetta n 2: 2ml di acqua e 18 di sol. di saccarosio 1M, così otteniamo

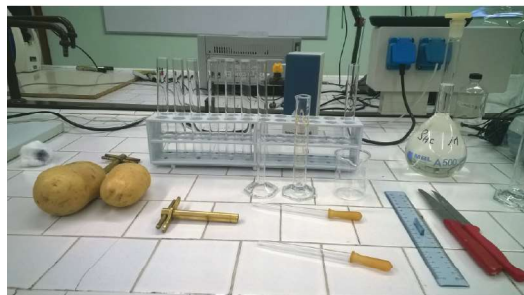


Figura 2. Materiali a disposizione: patate, cavatoroli, bilancia, soluzione di saccarosio 1M, vetreria

Qual è la soluzione che mantiene il turgore delle cellule, cioè che sia isotonica?

**MATERIALI**

- Cilindro da 10 ml
- Pipetta
- Provette (n7) e portaprovette
- Cavatoroli
- Patate
- Soluzione 1M di saccarosio (340g/L)
- Bilancia

**PROCEDIMENTO**

1) preparazione soluzioni

2) cilindretti

patata → n.3 cilindretti → bilancia → 1h → bilancia

Figura 3. Un esempio di poster della progettazione della fase sperimentale



una soluzione 0,9M. Nella provetta n. 3: 5 ml di acqua e 15 ml di soluzione 1M (0,75M). Nella provetta n. 4: 10 ml di acqua distillata e 10ml di soluzione 1M(0,5M). Nella provetta n. 5: 15 ml di acqua distillata e 5 ml di soluzione 1M (0,25M). Nella provetta n. 6: 18 ml di acqua e 2 ml di sol. (0,1M). Nella provetta n. 7: 20 acqua distillata.

- 2) Facciamo dei cilindretti di patata, li tagliamo per avere le stesse dimensioni (5 cm).
- 3) Pesiamo i cilindretti e annotiamo la massa.
- 4) Mettiamo un cilindretto di patata in ciascuna provetta e aspettiamo circa un'ora.
- 5) Estraiamo i cilindretti, li asciughiamo e li pesiamo di nuovo.

Gli altri gruppi presentano progettazioni analoghe tranne uno che invece di misurare la variazione di massa aveva deciso di misurare le variazioni di lunghezza dei cilindretti. Nasce una discussione tra gli alunni, qualcuno fa notare che non è detto che vari solo la lunghezza ma potrebbe variare anche il diametro. Dopo queste considerazioni anche questo gruppo decide di misurare le variazioni di massa. Si passa quindi alla fase sperimentale (Fig. 4).



Figura 4. Provette con i campioni

L'insegnante controlla che le misurazioni (lettura volumi, pesate...) siano condotte in modo rigoroso. Emergono alcune osservazioni: alcuni cilindretti vanno sul fondo delle provette altri galleggiano, i cilindretti anche se della stessa lunghezza non hanno masse uguali quindi gli alunni si accorgono che non è sufficiente calcolare la differenza di massa ma occorre introdurre anche la variazione di massa in percentuali, altrimenti i dati non sono confrontabili. Si accorgono che i campioni di patata prima di essere pesati devono essere asciugati molto bene altrimenti non misurano la massa in modo corretto.

### 3. *Explaine*

Al termine della fase sperimentali gli alunni comunicano le conclusioni a cui sono giunti e che hanno trascritto sul poster (Fig. 5).

Il campione della provetta n° 1 ha perso massa poiché immerso in una soluzione ipertonica, in questo caso le cellule hanno rilasciato acqua in quan-

**RISULTATI E CONCLUSIONI**

PROVETTE	SACCAROSIO		PESO INIZIALE	PESO FINALE	Δ (g)
1	20ml ZUCC	1M	4,16g	3,18g	-0,98
2	18ml ZUCC + 2ml H <sub>2</sub> O	0,9 M	4,09	3,46g	-0,63
3	16ml ZUCC + 8ml H <sub>2</sub> O	0,75 M	4,04	3,24g	-0,80
4	10ml ZUCC + 10ml H <sub>2</sub> O	0,5 M	3,82	3,53g	-0,29
5	5ml ZUCC + 15ml H <sub>2</sub> O	0,25 M	3,86	3,99g	+0,13
6	2ml ZUCC + 18ml H <sub>2</sub> O	0,1 M	3,82	4,18g	+0,36
7	20ml H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	3,59	4,05g	+0,46

Differenza percentuale di peso  
 FACCIANO LA DIFFERENZA PERCENTUALE:  
 1)-23%  
 2)-22%  
 3)-19%  
 4)-10%  
 5)+3%  
 6)+9%  
 7)+13%

ISOTONICA

Figura 5. Risultati e conclusioni

to la loro concentrazione interna era inferiore alla concentrazione della soluzione in cui erano immerse; il campione della provetta n° 7 ha acquistato massa poiché immerso in una soluzione ipotonica in questo caso le cellule hanno assorbito acqua in quanto la loro concentrazione interna è superiore rispetto alla soluzione in cui erano immerse; la soluzione isotonica rispetto alla concentrazione cellulare è quella nella provetta n. 5 (0,25M) in questo caso il campione come è possibile vedere dai risultati in tabella non ha subito variazioni significative di massa. In pratica l'acqua non è stata rilasciata né assorbita dalla cellula, raggiungendo un equilibrio osmotico.

A questo punto l'insegnante invita gli alunni a riportare tutte le fasi dell'attività sulla scheda, da inserire in un raccoglitore (servirà all'insegnante per una valutazione formativa) recupera i concetti emersi e raccoglie le ulteriori domande, in particolare:

- a) perché al termine dell'esperimento nelle provette i cilindretti non si trovavano nella stessa posizione?
- b) La conservazione dei cibi sotto sale sfrutta il fenomeno osservato?

## *Autori n. 59*

- Alfano A.** Laureata in Scienze Biologiche, è responsabile del Centro IBSE-ANISN della Campania, ha collaborato e collabora in progetti nazionali e internazionali.
- Alfano M.** Biologa. Membro del gruppo di coordinamento del Centro IBSE ANISN della Campania. Membro del comitato didattico dell'ABE site Italy.
- Amendola D.** Laureata in Scienze Naturali, PhD in "E-learning and Science Education" presso l'Università di Camerino svolge attività di ricerca sull'innovazione didattica delle scienze e le nuove tecnologie.
- Baron G.** Laureata in Scienze Geologiche, insegna nella scuola secondaria di primo grado, ha svolto funzione di trainer e di docente formatore del Centro IBSE-ANISN del Veneto, attualmente è impegnata nel progetto europeo LINKS.
- Bortolon P.** Laureata in Scienze Biologiche e in Psicologia, è responsabile del Centro IBSE-ANISN del Veneto, ha collaborato e collabora in progetti nazionali e internazionali.
- Buzzanca R.** Insegna nella scuola primaria dedicandosi in particolare all'approccio investigativo nella didattica delle scienze. È trainer del Centro IBSE-ANISN di Milano.
- Ceruti G.** Laureata in Scienze Naturali; docente di Scienze Naturali nella scuola secondaria di II grado dal 2001; è trainer del Centro IBSE-ANISN di Milano.
- Costanzo G.** Laureata in Biologia, ha conseguito un master in Bioetica, ha insegnato Matematica e Scienze nella scuola secondaria di primo grado, è trainer e membro di progetto del Centro IBSE-ANISN del Lazio.
- Dal Cielo C.** Laureata in Scienze dell'educazione presso l'Università degli studi di Roma tre. Insegna dal 1989 e ha prestato servizio per nove anni nella primaria e per I restanti anni nella scuola dell'infanzia.
- De Stasio R.** Biologo molecolare. PhD. Ricercatore tecnologo all'Università degli Studi di Napoli Federico II. Tecnologo dell'ABE site Italy
- Delfino G.** Laureata in Biologia, ha svolto funzione di trainer e membro del gruppo di progetto del Centro IBSE-ANISN del Lazio, di relatrice nei corsi di formazione IBSE- Insegnare ed apprendere le scienze con l'inquiry e nel Progetto Amgen Teach.
- Di Adila A.** Laureata in Scienze Biologiche è trainer del Centro IBSE-ANISN di Bari, è sperimentatore nel programma ABE Amgen Biotech Experience e coordinatore e formatore del progetto di rete DI.OR -Unifg.
- Donizetti A.** Biologo molecolare. PhD. Ricercatore all'Università degli Studi di Napoli Federico II. Coordinatore ABE site Italy
- Fontechiari M.** Laureata in Biologia, PhD in Life Sciences and public Health, membro della Commissione didattica ABE site Italy, attualmente è impegnata nel progetto LINXS.
- Forni G.** Laureata in Matematica, è responsabile del Centro IBSE-ANISN della Campania, ha collaborato e collabora in progetti nazionali e internazionali.
- Gargiulo L.** Laureata in Scienze Geologiche, è trainer e membro del gruppo di Progetto del Centro IBSE-ANISN del Polo di Napoli. È coordinatore del Gruppo Scienze della Terra ed attualmente collabora con il prof. Bruno D'Argenio per il Programma SID alla ricerca per una "Guida ai Monti del Matese".
- Gesualdi M.F.** Laureata in Scienze Naturali, svolge funzione di trainer del Centro IBSE-ANISN della Basilicata, ha collaborato e collabora attualmente al programma e ai corsi del Centro

- Kampeza M.** Professore del Dipartimento di Educazione Scientifica per l'Infanzia , Università di Patrasso , Grecia.
- La Torraca R.** Laureata in Scienze Naturali, è Responsabile del Centro IBSE-ANISN della Lombardia e formatore nei corsi IBSE e nei progetti SID e AMGEN del Polo di Milano.
- Lepre A.** Laureata in Biologia, è stata Presidente dell'ANISN, è attualmente Responsabile del Centro IBSE-ANISN del Lazio. Partecipa a numerosi progetti ed è coordinatrice della pubblicistica dell'associazione.
- Luchini S.** Laureata in Biologia, insegna nella scuola secondaria di I grado. Ha conseguito il master come Formatore di insegnanti di Scienze. Svolge funzioni di trainer del centro IBSE-ANISN di Napoli.
- Marconi A.** Insegna nella scuola primaria dedicandosi in particolare alla didattica delle scienze e della matematica di cui ha seguito numerosi corsi di formazione. E' trainer e membro di progetto del Centro IBSE-ANISN del Lazio
- Marini I.** Biologa, PhD e Specialista in Biochimica, è presidente dell'ANISN Pisa. E' responsabile del Centro IBSE -ANISN di Pisa e ha realizzato e coordinato progetti nazionali ed internazionali, è membro della giuria internazionale delle IBO.
- Muciaccia M.** PhD in Science Education, docente di scuola superiore, ha svolto funzione di trainer e formatore del Centro IBSE-ANISN del Lazio. Partecipa come formatore al progetto europeo AMGEN Teach.
- Musolino R.** Docente di Scienze matematiche, chimiche, fisiche e naturali nella Scuola Secondaria di Primo grado. Responsabile del Centro IBSE-ANISN e del programma SID della Basilicata
- Padula D.** Laureata in Scienze Biologiche, partecipa come referente per il suo I.C. e con ruolo di coordinamento a diversi progetti nazionali ed europei. È trainer per il programma SID, presso il Centro IBSE-ANISN del Lazio.
- Pagani F.** Laureata in Scienze Biologiche, è formatore, coordinatore e responsabile del Centro IBSE-ANISN di Milano, attualmente è impegnata nei progetti SID, AMGEN e *School for Inquiry*.
- Pascucci A.** Biologa. PhD. Presidente nazionale ANISN. Direttore dell'ABE site Italy. Direttore della School for Inquiry. Responsabile del Programma SID e del Progetto LINKS e AMGEN Teach. Group leader e membro della giuria internazionale delle IBO.
- Ravanis K.** Direttore del Dipartimento di Educazione Scientifica per l'Infanzia- Università di Patrasso, Grecia Kampeza M. Professore del Dipartimento di Educazione Scientifica per l'Infanzia- Università di Patrasso, Grecia
- Renzi L.** Biologo molecolare. PhD. Presidente ANISN Umbria. Responsabile Centro IBSE ANISN dell'Umbria. Responsabile del Centro satellite dell'ABE site Italy a Foligno.
- Russo I.** Insegnante di sostegno di scuola primaria, ha svolto la funzione di sperimentatore presso il Centro IBSE-ANISN della Basilicata per la metodologia IBSE, attualmente impegnata nel programma SID con la rete dell'Accademia nazionale dei Lincei.
- Serani V.** Trainer del Centro IBSE-ANISN di Pisa, è stata Project manager del progetto TEST Erasmus+, è membro del gruppo di coordinamento del progetto School for Inquiry
- Soro S.** Laureata in Chimica, PhD in "Scienze Chimiche", ha svolto attività di ricerca nel settore delle biotecnologie. È trainer e membro del gruppo di progetto del Centro IBSE-ANISN del Lazio. Collabora al progetto Amgen Teach.
- Stefani E.** Laureata in fisica, è docente di scuola secondaria di primo grado, sperimentatore e trainer del Centro IBSE-ANISN della Lombardia.
- Turano M.** Biologo molecolare. PhD. Ricercatore all'Università degli Studi di Napoli Federico II. Membro della commissione scientifica dell'ABE site Italy