

## ***L'Inquiry Based Science Education – IBSE*** **nella formazione docenti e nella pratica didattica**

*di A. Pascucci*

Nucleo Tematico  
Leggere l'ambiente

Autore  
Anna Pascucci

*Nei percorsi di “Leggere l'ambiente” sono presenti impostazioni, elementi, indicazioni, esemplificazioni esplicite o sottintese che contengono molti degli aspetti riportati nel presente materiale di studio. La sua lettura fornisce una griglia con la quale leggerli e realizzarli in classe.*

## Indice

|   |    |
|---|----|
| Premessa: perché l'IBSE? _____  | 4  |
| In cosa consiste la strategia basata sull' <i>inquiry</i> ? _____   | 5  |
| L'apprendimento degli studenti _____  | 5  |
| La natura dell' <i>inquiry scientifico</i> _____  | 6  |
| Struttura dell' <i>inquiry scientifico</i> _____  | 8  |
| Contenuti scientifici fondamentali _____  | 9  |
| Quali sono i principi fondamentali dell'IBSE? _____   | 10 |
| L'esperienza diretta è il cuore dell'apprendimento scientifico _____  | 10 |
| Gli studenti devono sentire come propri e comprendere la domanda o il problema che è al centro del loro lavoro _____                                      | 11 |
| Nell' <i>inquiry scientifico</i> gli studenti devono acquisire molte abilità. L'osservazione focalizzata è una delle più importanti. _____                | 12 |
| Imparare la scienza non significa soltanto utilizzare o manipolare oggetti, ma anche ragionare, comunicare e scrivere sia per sé che per gli altri. _____ | 13 |
| L'esperienza diretta viene arricchita dall'uso di diverse risorse _____   | 14 |
| La scienza è cooperativa _____  | 15 |
| Importanti considerazioni pedagogiche nell'IBSE _____   | 16 |
| Organizzare la classe _____   | 16 |
| La cultura di classe _____  | 16 |
| Formulare e rivolgere le domande _____  | 17 |
| Utilizzare le idee e le conoscenze già acquisite dagli studenti _____   | 19 |
| Condurre discussioni di gruppo _____  | 21 |
| Guidare gli studenti nella documentazione _____   | 23 |
| Strategie pedagogiche specifiche _____  | 25 |
| Guidare gli studenti nel progettare una investigazione _____  | 25 |
| Aiutare gli studenti ad analizzare i propri risultati per trarne valide conclusioni _____   | 27 |
| Confrontare i risultati ottenuti con il paradigma scientifico _____   | 29 |
| I pilastri dell'IBSE _____  | 31 |
| Principi importanti dell'IBSE _____   | 32 |
| Considerazioni pedagogiche importanti in IBSE _____   | 34 |
| Strategie pedagogiche per fasi specifiche dell' <i>inquiry scientifico</i> _____  | 36 |
| Bibliografia _____  | 37 |

La finalità del presente materiale di studio non è quella di fornire al lettore una disamina di quello che l'*inquiry*, in particolare quello scientifico, significa in letteratura, piuttosto quella di fornire una visione concettuale ma anche esempi concreti e soprattutto suggerimenti da utilizzare nella pratica didattica. Ormai da quasi un decennio mi occupo di *Inquiry scientifico* che viene denominato generalmente IBSE – *Inquiry Based Science Education*. Un acronimo che negli ultimi anni sta circolando anche in Italia in contesti didattici e non solo di ricerca, ma rari sono i casi di confronto a vari livelli su che cosa si intenda per IBSE e ancor meno su quali strategie di formazione debbano essere attuate, quale sostegno continuo e rigoroso dare agli insegnanti che vi si cimentano, quali materiali utilizzare, quale sia il ruolo di esperti di ricerca didattica o degli scienziati. Per far sì che non diventi una moda o etichetta è necessario uno studio accurato, una riflessione ed una operatività seria e sensata che miri al miglioramento della professione docente nel suo intero e non, come sempre, persa in mille rivoli, e che porti alla creazione e stabilizzazione di un programma di sistema di formazione e sperimentazione in classe, dove l'insegnante operi e sia un professionista riconosciuto, non nominalmente. È questo l'insegnante chiave di cui parla il famoso "Rapporto Rocard" o il report della "Nuffield Foundation" che sono in genere richiamati, tra i tantissimi, come i due documenti di riferimento in termini di stimolo alla implementazione dell'IBSE a scuola in Europa.

## Premessa: perché l'IBSE?

Negli ultimi anni molte indagini europee hanno evidenziato un sensibile calo dell'interesse dei giovani per gli studi scientifici. Questo preoccupa sia per lo sviluppo delle potenzialità cognitive dei ragazzi ma anche per il ruolo di principale leva economica che la Scienza ha assunto nell'attuale società della conoscenza (*knowledge-based society*).

Numerosi studi concordano nell'indicare nella qualità dell'insegnamento scolastico delle Scienze l'elemento cruciale per invertire la tendenza e la comunità di esperti di educazione scientifica ha individuato come valida pratica educativa l'*Inquiry Based Science Education* - IBSE le cui consolidate esperienze internazionali di implementazione si sono mostrate efficaci sia a livello di scuola primaria che secondaria. L'Unione Europea ma anche eminenti scienziati hanno più volte sottolineato l'urgenza di un rinnovamento nella Educazione Scientifica e sollecitato i governi degli Stati membri ad intervenire con iniziative atte a migliorare i sistemi di formazione degli insegnanti e la preparazione scientifica degli studenti. Consolidati ed efficaci programmi pluriennali di paesi comunitari vanno in questa direzione.

Le sfide dell'Educazione scientifica sono dunque sfide globali che vanno affrontate capitalizzando esperienze internazionali pur partendo dalla profonda conoscenza e dalle esigenze della realtà contestuale italiana. La creazione di programmi strategici stabili, sinergici e cooperativi con altri Paesi membri europei che stanno investendo fortemente nell'educazione scientifica, si configura come un modo efficace per far fronte a urgenze specifiche del nostro Paese e nel contempo offre interessanti e preziose opportunità di cooperazione internazionale per l'educazione scientifica.

## **In cosa consiste la strategia basata sull'*inquiry*?**

L'IBSE è un approccio all'insegnamento e all'apprendimento delle Scienze che scaturisce dall'analisi delle modalità di apprendimento degli studenti, dalla natura della ricerca scientifica e da un'attenta riflessione sui contenuti fondamentali da imparare. Si fonda anche sulla convinzione che sia importante portare gli studenti a comprendere profondamente ciò che stanno imparando, e non semplicemente a ripetere contenuti e informazioni. Piuttosto che un superficiale processo di apprendimento finalizzato al voto, l'IBSE va in profondità e fa scoprire agli studenti che la motivazione ad apprendere deriva dalla soddisfazione di aver appreso e capito qualcosa in modo significativo. L'IBSE non prevede molte informazioni da memorizzare nell'immediato, ma è finalizzato alla costruzione graduale di significati, di idee o concetti mediante una comprensione che si fa sempre più profonda man mano che gli studenti crescono.

### ***L'apprendimento degli studenti***

L'IBSE affonda le proprie radici in esperienze e ricerche che forniscono una più chiara comprensione delle modalità con cui gli studenti imparano le discipline scientifiche. La naturale curiosità degli studenti è, almeno in parte, un tentativo di dare senso al mondo circostante – per renderlo prevedibile – e porta alla ricerca di modelli e relazioni sia nelle loro esperienze personali che mediante l'interazione con gli altri.

I ragazzi costruiscono la propria conoscenza attraverso la riflessione sull'esperienza. È importante notare che questo porta spesso a “concezioni ingenuie” che sono il risultato di un pensiero logico, ma che non sono scientificamente corrette. Un esempio spesso citato è la convinzione da parte di molti studenti (ed anche adulti) che l'ombra della Terra sia responsabile delle fasi della Luna. Poiché l'esperienza quotidiana indica che un oggetto proietta la propria ombra quando è colpito dal Sole e che il Sole colpisce la Terra, questa idea non è irrazionale. Essa riflette semplicemente uno sfondo inadeguato di esperienza e conoscenza. L'Educazione scientifica fornisce agli studenti molte esperienze attentamente scelte e strutturate che consentono loro uno sviluppo continuo delle loro idee con rigore ed accuratezza scientifica.

## La natura dell'*inquiry* scientifico

*Inquiry* (indagine) è un termine usato sia nell'educazione che nella vita di tutti i giorni ad indicare la ricerca di conoscenze o informazioni tramite la risposta a domande. È qualcosa che viene identificato con ricerca, investigazione o "ricerca della verità". In campo educativo l'*inquiry* può essere applicato in diversi domini disciplinari, come storia, geografia, arte, ma ovviamente anche scienze, matematica e tecnologia, e si realizza quando si fanno domande, si raccolgono evidenze e si considerano possibili spiegazioni. In ogni area emergono differenti tipi di conoscenza e comprensione. Quello che caratterizza l'*inquiry scientifico* è il fatto che esso è relativo alla conoscenza e comprensione del mondo naturale e analizza il mondo che ci circonda attraverso metodi che si basano sulla raccolta e sull'uso di evidenze. L'*inquiry scientifico* inizia dall'esplorazione di un oggetto, di un evento o di un fenomeno che induce domande, innesca una speculazione su cosa potrebbe spiegarlo, basandosi su cosa si sa già. La speculazione (ipotesi) porta alla predizione e investigazione che potrà, o non, implicare una sperimentazione per testarla. *Cosa vuol dire testare?* Testare in questo contesto vuol dire comparare quello che è predetto da alcune teorie o modelli con quello che è stato trovato o osservato. Questo, sovente, significa sperimentare ma potrebbe anche implicare la raccolta di dati tramite osservazione, come nel caso del movimento relativo della Luna e dei pianeti. Quello che deve sempre esserci è che sperimentazione e analisi di dati diretti o indiretti deve fornire evidenze in relazione alla "domanda di ricerca" e al testare l'ipotesi.

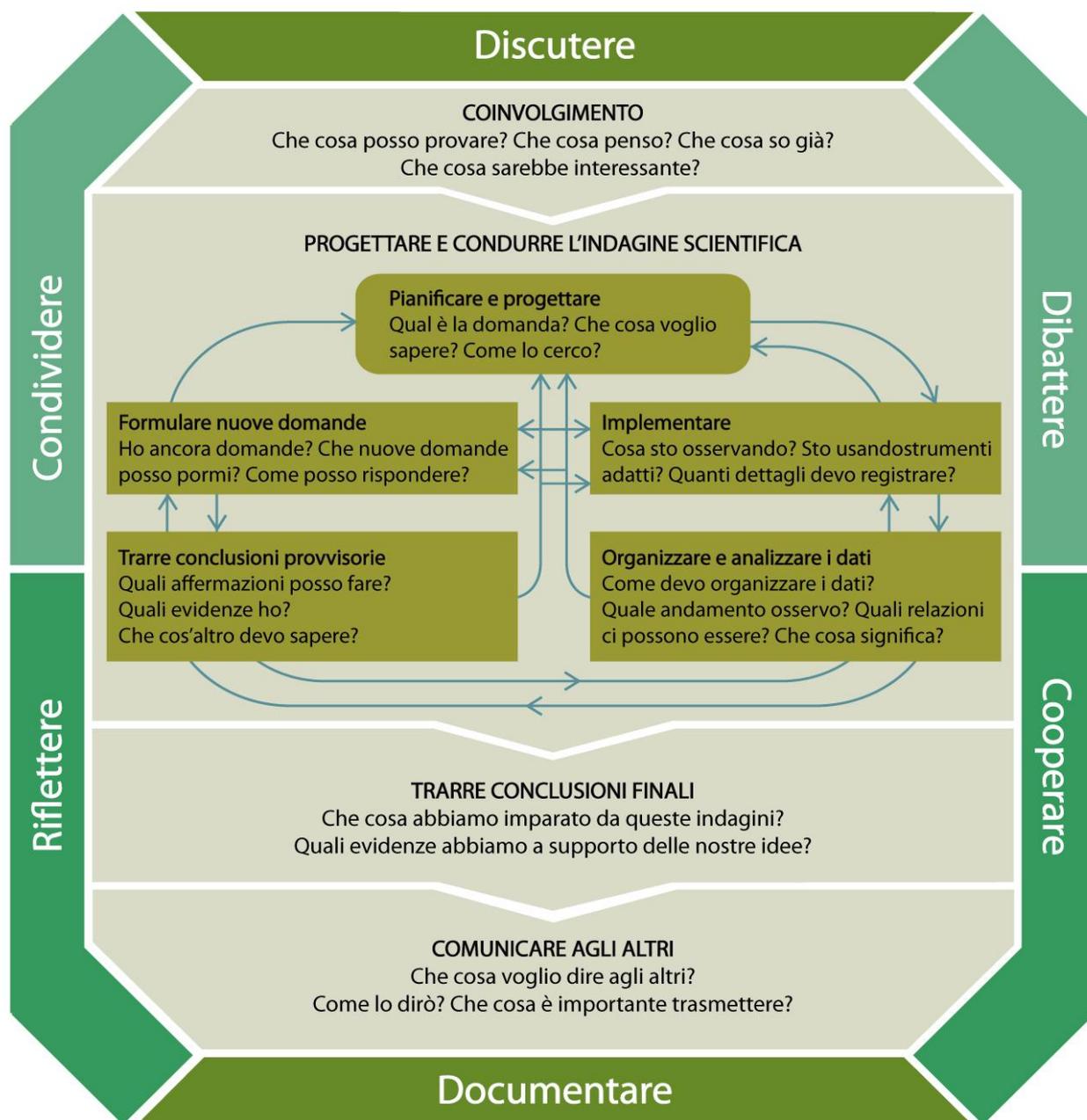
Un altro elemento caratterizzante l'IBSE è la comprensione del processo stesso di *inquiry scientifico*, definito spesso anche nei libri di testo come "metodo scientifico". Quest'ultimo viene generalmente indicato come un processo caratterizzato da una serie di fasi lineari che nominalmente si ispira al modo in cui gli scienziati procedono nella loro ricerca. Ma bisogna fare attenzione. L'*inquiry scientifico* non è un insieme rigido di passi da seguire. Al contrario è la serie di fasi che guida il processo.

Come schematizzato di seguito. Gli studenti iniziano con una fase esplorativa in cui hanno l'opportunità di familiarizzare con il fenomeno da studiare. Segue poi una fase di investigazione con molte opzioni. L'*inquiry scientifico* condotto da uno studente o da uno

scienziato, è un processo complesso caratterizzato da varie fasi che possono richiedere talvolta di essere rivisitate, capovolte o saltate.

Per esempio, se i risultati non confermano l'ipotesi, gli studenti sentono il bisogno di rivederla, riformularla e di mettere a punto un nuovo esperimento. Se l'esperimento non funziona devono riprogettarlo. Se arrivano a una conclusione che differisce da quella di un altro gruppo, entrambi i gruppi dovrebbero ripetere le procedure. Una terza fase del processo prevede che, dopo aver portato a termine una serie di indagini, gli studenti sintetizzino al gruppo ciò che hanno imparato per arrivare a delle conclusioni finali. La quarta fase prevede che gli studenti comunichino ad un pubblico più ampio quanto hanno scoperto e compreso. Due avvertenze: in base ai temi trattati e alla natura degli esperimenti previsti, l'insegnante può dare più importanza ad alcune delle fasi del processo; raramente una sola sessione di *inquiry* comprenderà tutte le fasi.

## Struttura dell'inquiry scientifico



Un modulo o parte di esso può includere numerose investigazioni prima di raggiungere la fase "Trarre conclusioni finali". Una sessione o una lezione di un modulo raramente, se non mai, comprende tutte le parti della fase "Progettare e condurre l'indagine scientifica". Una sessione o una lezione non comprendono mai tutte le fasi indicate.

### **Contenuti scientifici fondamentali**

Una domanda che viene continuamente posta riguarda i contenuti che gli studenti dovrebbero imparare nei vari ordini di scuola. *Quando è opportuno introdurre un certo argomento? Qual è il livello di comprensione che ci si dovrebbe aspettare? Quali temi sono critici?* La risposta generale a queste domande talvolta è contenuta in documenti nazionali, come nel caso Italiano nelle Indicazioni Nazionali. Le specificità, tuttavia, dipendono fortemente dal contesto locale e dagli interessi di studenti e insegnanti. Ad esempio, è importante per tutti gli studenti affrontare il concetto fondamentale di ecosistema, ma quale tipo di ecosistema studiare dipende dal contesto. *Gli studenti vivono in prossimità di un oceano? Vivono in una città con un parco?* Radicare i contenuti alla realtà contestuale alla esperienza della vita reale è particolarmente efficace e cambia progressivamente l'attitudine dei ragazzi nell'osservare e riconoscere la scienza imparata a scuola nella vita reale e non come quella sequenza di risposte contenute nei libri o raccontate dagli insegnanti.

## Quali sono i principi fondamentali dell'IBSE?

L'IBSE sarà diversificato nelle diverse classi. I singoli insegnanti infatti hanno molte possibilità di adattare e di innovare, lavorando a partire dalle proprie conoscenze, capacità ed interessi così come da quelli dei loro studenti. Tuttavia, ci sono alcuni importanti principi che sono basilari.

### *L'esperienza diretta è il cuore dell'apprendimento scientifico*

Gli studenti devono avere esperienza diretta dei fenomeni che stanno studiando. E questo per due ragioni fondamentali; la prima è che sappiamo dalla ricerca che l'esperienza diretta è la chiave per la comprensione dei concetti e la seconda è che gli studenti costruiscono continuamente la loro comprensione del mondo proprio a partire dalle esperienze. Gli studenti ogni anno arrivano a scuola con idee, teorie e spiegazioni di come funziona il mondo. Queste idee possono essere scientificamente corrette o meno, ma per lo studente costituiscono comunque la base da cui partire. Le parole da sole hanno uno scarso potere di modificare le idee presenti nella mente dei ragazzi. Nella maggior parte dei casi, le parole non sono sufficienti per dire o dimostrare loro che un dato esperimento produce un certo risultato e quindi che la loro ipotesi non può essere vera. Né è utile dire loro che quello che pensano sia pieno di errori. Gli studenti devono arrivare a questa conclusione autonomamente, così come hanno già fatto al di fuori della scuola. Hanno bisogno di porre domande, formulare ipotesi, metterle alla prova e trarre nuove conclusioni. Ciò non significa condurre esperimenti complessi che prevedono l'utilizzo di attrezzature costose e sofisticate o disporre di speciali dispositivi sul campo. Le esperienze possono infatti essere molto semplici e prevedere semplicemente di andare all'aperto o utilizzare materiali poveri e facilmente disponibili.

Di esempi ce ne possono essere tanti, uno che mi ha particolarmente colpito è quello riportato in un articolo dove tra vari esempi veniva presentato il seguente.

Alcuni studenti discutevano su calore e temperatura e insistevano nel dire che i loro “caldi” maglioni e giacche producevano il calore che li rendeva caldi. Nonostante avessero realizzato una serie di esperimenti introducendo termometri all’interno di diversi materiali, i ragazzi continuavano a insistere che i termometri non mostravano alcun aumento della temperatura poiché il freddo continuava a penetrare all’interno dei vari materiali. Soltanto dopo un certo numero di esperimenti e discussioni, la maggior parte degli studenti fu disposta ad abbandonare l’idea originaria.

***Gli studenti devono sentire come propri e comprendere la domanda o il problema che è al centro del loro lavoro***

Gli studenti si impegnano, investono nell’*inquiry scientifico* e si sforzano di capire, se comprendono appieno il problema sul quale stanno lavorando e se è per loro significativo. A questo proposito è importante che i ragazzi abbiano l’opportunità di partecipare alla formulazione della domanda o del problema. La raffinata azione dell’insegnante nella gestione di dinamiche di “engage” (in genere tradotto con avvio o coinvolgimento) deve essere tale da far in modo che gli studenti sentano come “propria” la domanda sulla quale iniziare l’investigazione. Tuttavia gli studenti hanno bisogno di tempo per prendere confidenza con la disciplina, devono discutere possibili domande e problemi e pensare quali aspetti potrebbero essere oggetto di un’investigazione scientifica e come si potrebbe condurla.

Un esempio che chiarisce quello che intendo dire è il seguente.

Immaginiamo che l’insegnante stia svolgendo un modulo sulla misurazione del tempo. Uno degli strumenti che gli studenti stanno analizzando è *la clessidra*. I ragazzi sono invitati a pensare a come la clessidra è costruita e a individuare quali sono i parametri importanti nel determinare il tempo impiegato dalla sabbia a fluire verso il basso. Un secondo importante obiettivo è che gli studenti siano consapevoli che per ottenere risultati scientificamente significativi si deve modificare un parametro per volta (mantenendo costanti gli altri). Il modo in cui l’insegnante imposta l’indagine può influenzare il modo in cui gli studenti sentono come proprio e comprendono il problema.

Tre scenari possibili:

- a) Un insegnante potrebbe mostrare agli studenti una clessidra, elencare i parametri dai quali dipende il tempo impiegato dalla sabbia a fluire, dire ai ragazzi che essi potranno verificarlo da soli e poi fornire loro le istruzioni per condurre l'esperimento. Questa modalità è simile a quella frontale tradizionale, nel quale è l'insegnante a fornire i risultati. Questo tipo di approccio è molto diverso dall'IBSE.
- b) Un altro insegnante potrebbe invitare gli studenti a osservare, disegnare e descrivere una clessidra posta sulla cattedra, poi chiedere loro quali parametri determinano il tempo impiegato dalla sabbia a fluire ed infine discutere la procedura da realizzare. Queste domande sarebbero significative per alcuni studenti, ma probabilmente non per quelli che hanno scarsa dimestichezza con le clessidre.
- c) Un altro insegnante ancora potrebbe mostrare tre clessidre diverse, in una delle quali la sabbia impiega molto più tempo a fluire. Gli studenti, divisi in gruppi, osservano, disegnano e descrivono le clessidre che hanno di fronte osservando le caratteristiche peculiari di ognuna e notano che nelle tre clessidre il flusso della sabbia non termina nello stesso istante. È verosimile che molti studenti si chiederanno perché. Questo è un esempio di come si deve impostare un'indagine nella quale gli studenti prenderanno più a cuore il problema.

***Nell'inquiry scientifico gli studenti devono acquisire molte abilità. L'osservazione focalizzata è una delle più importanti.***

Molte sono le abilità importanti nell'*inquiry scientifico*: porre domande, formulare ipotesi, pianificare esperimenti, analizzare i dati e supportare le affermazioni con le evidenze raccolte. Tra queste, una delle più importanti è osservare attentamente e selezionare che cosa è importante osservare. Gli studenti, come gli adulti, osservano e sono colpiti da molti aspetti, ma ne ignorano molti altri. Quando cercano di capire qualcosa, è importante che essi osservino con attenzione le caratteristiche specifiche del fenomeno, altrimenti le loro osservazioni – i dati raccolti – possono risultare irrilevanti rispetto alla domanda o al

problema sollevato. In altre parole, per “vedere” qualcosa, occorre avere ben chiaro che cosa si sta cercando di vedere.

*Spesso agli studenti viene semplicemente chiesto di osservare qualcosa con attenzione, ma questo che cosa significa? Che cosa cercheranno?*

Molti studenti hanno bisogno di una guida. Per esempio, chiedere di osservare due fiori è molto diverso rispetto a chiedere di osservare due fiori notando somiglianze e differenze. Per imparare a usare le abilità richieste in un *inquiry scientifico* gli studenti avranno bisogno di una guida di questo tipo e spesso occorrerà insegnare loro direttamente le abilità necessarie.

Un possibile esempio su un’attività molto comune è il seguente.

Studiando l’aria, un insegnante voleva che gli studenti osservassero che una *candela* accesa, posta sotto un recipiente, bruciava più a lungo se il recipiente era più grande. L’insegnante prese tre recipienti di dimensioni diverse ed invitò i ragazzi a disporli contemporaneamente sopra le candele accese; sembrava che fosse andato tutto bene, ma fu deluso quando chiese ai ragazzi: *“Avete notato qualche differenza?”* E la risposta fu: *“Nessuna. È successa sempre la stessa cosa: tutte le candele si sono spente”*. Ovviamente, nessuno studente aveva notato ciò che l’insegnante sperava che vedessero. Gli studenti avrebbero risposto diversamente se avessero prima notato che la candela si spegneva, poi avessero osservato i tre recipienti, ognuno sopra una candela, e infine fossero stati invitati a registrare il tempo impiegato dalle tre candele per spegnersi.

***Imparare la scienza non significa soltanto utilizzare o manipolare oggetti, ma anche ragionare, comunicare e scrivere sia per sé che per gli altri.***

L’IBSE è talvolta considerato sinonimo di attività pratica. Affinché l’esperienza diretta guidi la comprensione, gli studenti devono ragionare sull’attività, discuterla in modo approfondito con gli altri e scriverla. Le idee, le congetture degli studenti, le ipotesi, la progettazione di un’indagine e le relative conclusioni, devono essere esplicitate,

condivise e discusse oralmente e per scritto. In molti casi, è proprio mentre si comunica il proprio punto di vista che si trova la risposta alla domanda. *Chi non si è mai trovato di fronte ad un problema e, cercando di scriverlo o di spiegarlo a un'altra persona, non ha trovato parte della soluzione, o viceversa?* Spesso una cosa si comprende meglio quando si cerca di spiegarla. Per molti studenti (così come per gli adulti) prima di passare alla forma scritta, è importante la descrizione a voce.

### ***L'esperienza diretta viene arricchita dall'uso di diverse risorse***

Talvolta si pensa che l'IBSE escluda l'uso di altre risorse come libri, esperti e Internet. In realtà gli studenti non devono e non possono scoprire tutto ciò che devono sapere unicamente dagli esperimenti. Nell'IBSE l'uso di risorse diverse è importante, ma le relative modalità di utilizzo differiscono rispetto a quelle del metodo tradizionale. Infatti nell'IBSE le varie risorse sono al servizio delle indagini degli studenti, non un loro sostituto. L'investigazione diretta spesso solleva domande alle quali non si può rispondere direttamente o conduce a conclusioni che sono solo provvisorie. Questo è il momento di cercare altre risorse. In questo modo, gli studenti non solo trovano le informazioni necessarie, ma soprattutto imparano come e dove cercarle ed anche a considerare le varie fonti con occhio critico.

Un esempio applicato alla scuola primaria ma molto eloquente ed applicabile a contenuti diversi è il seguente.

All'interno di un modulo sul corpo umano una classe stava lavorando sulle ossa. Durante le prime lezioni, ogni studente aveva immaginato e disegnato le ossa su una sagoma del corpo umano. Successivamente i ragazzi erano stati divisi in gruppi di quattro e dovevano disegnare sul profilo tutte le ossa sulle quali i membri del gruppo concordavano, indicando con un colore diverso quelle sulle quali rimanevano dei dubbi. Durante la successiva discussione in classe emersero alcuni elementi di disaccordo che sollevarono vari interrogativi. Per esempio, *“quante ossa erano presenti nella colonna vertebrale: una o tante?”* Gli studenti andarono a cercare le risposte ai loro dubbi nei libri, avendo un'idea molto chiara di cosa stavano cercando.

### *La scienza è cooperativa*

La ricerca scientifica è un'attività cooperativa, raramente è individuale. È vero, ci sono esempi di studi individuali come quelli dei naturalisti che trascorrono il tempo da soli studiando il comportamento di certe specie, ma anch'essi devono sottoporre il proprio lavoro ad altri e discuterlo pubblicamente. Quando gli studenti svolgono attività insieme in piccoli gruppi lavorano proprio come gli scienziati, condividendo idee, discutendo e riflettendo su cosa devono fare e su come devono condurre l'indagine. Lavorando in gruppo, i membri devono organizzarsi, assegnarsi compiti e comunicare con efficacia tra loro. Devono inoltre prepararsi a condividere le idee con la classe intera. Questa è un'opportunità importante per imparare a presentare e sostenere le proprie idee, ascoltare e discutere le idee degli altri e rendersi conto che esistono modi diversi di affrontare lo stesso problema.

## Importanti considerazioni pedagogiche nell'IBSE

Nell'IBSE, oltre ai principi fondamentali delineati sinora, sono importanti anche alcune particolari strategie pedagogiche che richiedono tempo e cooperazione per essere acquisite tanto da diventare prassi didattica.

### *Organizzare la classe*

Per condurre attività pratiche di gruppo, la classe deve essere disposta in modo opportuno. I gruppi infatti hanno bisogno di spazio per lavorare insieme e per avere accesso ai materiali e agli spazi dove sistemare ciò che stanno producendo. In genere le scuole hanno un'aula di scienze dove svolgere le attività. Ove ciò non sia possibile, sarà necessario spostare opportunamente i tavoli e le sedie e usare piccole scatole o vassoi per sistemare i vari materiali. Nel primo ciclo di istruzione, i materiali utilizzati per la sperimentazione sono generalmente poveri e di uso comune, come semi, terriccio, ecc. Ci sono alcuni oggetti un po' più costosi, come gli strumenti di misurazione, la bilancia, lo stereomicroscopio o microscopio. Per alcune materie, come Astronomia e Scienze della Terra, non è possibile la sperimentazione con oggetti reali per cui saranno necessari modelli, cartelloni o altro. Comunque, indipendentemente dalla tipologia, che ovviamente dipenderà dal livello scolastico e dalla disponibilità di strumentazioni specifiche, è importante sottolineare che "non sono i laboratori attrezzati che permettono di fare l'IBSE", questo complesso ma universalmente ritenuto valido approccio didattico può, anzi generalmente viene realizzato, con materiale povero ad ogni livello scolastico. Quello che è importante è che gli studenti possano facilmente accedere ai materiali e che li utilizzino responsabilmente.

### *La cultura di classe*

L'IBSE prevede che gli studenti lavorino insieme, indaghino, formulino e condividano idee nuove e imparino dagli errori. *Tutto ciò non avviene in un contesto nel quale i ragazzi temono di sbagliare, o dove l'interazione tra gli studenti non si basa sul rispetto reciproco*, perché alcuni studenti predominano sugli altri o perché ad alcuni vengono assegnati solo compiti operativi. Affinché l'IBSE sia efficace, deve esserci una cultura di

classe nella quale tutti gli studenti si sentano a proprio agio ed abbiamo l'opportunità di partecipare a tutti gli aspetti del lavoro scientifico – la fase operativa, la riflessione, la discussione e la documentazione scritta. Ritengo opportuno fornire qui anche alcuni suggerimenti pratici.

- Se gli studenti sono restii a condividere le idee degli altri a meno che non siano certi della loro correttezza, è opportuno parlare con loro, in modo esplicito, dell'importanza delle idee di ognuno e del valore di discutere una cosa da molti punti di vista.
- La domanda: *Secondo te cosa sta avvenendo qui?* può stimolare più idee rispetto a *Che cosa sta avvenendo qui?* Per incoraggiare gli studenti che sono restii a parlare può essere utile dare loro alcuni minuti per riflettere o per discutere con un compagno.
- Formare gruppi che lavorino bene non è facile. Si tratta di un processo di apprendimento sia per gli studenti che per l'insegnante. È consigliabile indicare esplicitamente il comportamento da tenere; per esempio: esprimere il proprio disaccordo in modo rispettoso, ascoltare gli altri, condividere i materiali e dare ad ognuno il tempo di parlare. Si possono inoltre adottare alcune strategie dell'apprendimento cooperativo tra cui assegnare ruoli specifici (ad esempio chi raccoglie i dati, chi coordina le attività, chi gestisce la strumentazione, chi espone i risultati...) in modo che gli studenti, a turno, ricoprano ogni incarico.
- Il gruppo funziona meglio se è piccolo (massimo quattro persone) e se ha chiaro lo scopo del lavoro. Quando si lavora con materiali particolari, quando gli studenti stanno imparando a lavorare insieme o quando si lavora con gli studenti più piccoli, il gruppo di quattro lavora meglio se, durante le attività pratiche, si divide e lavora a coppie.

### **Formulare e rivolgere le domande**

Le domande che l'insegnante rivolge al gruppo classe, al piccolo gruppo o al singolo, giocano un ruolo molto importante nell'IBSE. Le domande giuste fanno procedere il lavoro, le altre no. Jos Elstgeest, nel testo "Primary Science: Taking the Plunge" afferma: "Una buona domanda è il primo passo verso la risposta, è un problema per il quale esiste

una soluzione. Un buona domanda è una domanda stimolante, che invita ad uno sguardo attento, ad una nuova sperimentazione o ad una nuova attività... Chiamerei queste domande “produttive” perché stimolano un’attività produttiva”. Le domande produttive incoraggiano gli studenti a riflettere sulle proprie domande e su come trovare le risposte. Possono spingere alcuni studenti a raggiungere un livello di lavoro e di riflessione più profondo. Le domande non produttive sono quelle che spesso richiedono solo una breve risposta verbale. (*Come si chiama questo? Che cos’è una batteria? La corrente si muove dal polo positivo a quello negativo?*) Ciò non vuol dire che l’insegnante non possa mai porre questo tipo di domande, ma non sono la stessa cosa delle domande che, opportunamente formulate, guidano gli studenti nell’indagine. Anche per questa fase cruciale ecco alcuni suggerimenti pratici.

- Quando si inizia un’indagine scientifica o una nuova sperimentazione, è molto importante la domanda iniziale. Deve essere abbastanza specifica per indirizzare gli studenti nella giusta direzione, ma allo stesso tempo abbastanza aperta per far sì che essi ne siano stimolati. Per esempio, chiedere *Secondo te, per accendere una lampadina con una batteria che cosa è importante sapere?* È diverso dal chiedere *Come si accende la lampadina?* La domanda *Quali parti della pianta si sviluppano durante la crescita?* È meno efficace di *Come pensi di poter descrivere il ciclo vitale di una pianta?*
- Ci sono domande che possono essere rivolte agli studenti durante l’attività e anche queste possono essere più o meno efficaci. Alcune possono suggerire una nuova attività o far emergere riflessioni: *Quali differenze o somiglianze riscontri tra questi oggetti (o situazioni)? Perché questi risultati sono diversi da quelli dell’altro esperimento? Secondo te, che cosa accadrebbe se...? Come ritieni di procedere nel caso in cui... Come spiegheresti...? Come fai ad essere sicuro? Quanti...? Qual è la temperatura?* Domande introdotte da **secondo te...** e **ritieni che...** sono molto importanti poiché non richiedono allo studente di fornire la risposta giusta, bensì di esprimere il proprio pensiero.
- Sheila Jelly, in un testo di W. Harlen, afferma che *“la chiave per formulare domande specifiche in determinate situazioni, non è altro che la pratica”*. A tal fine, suggerisce di esaminare le domande formulate nei libri di testo, cercare di rispondervi chiedendosi se sono significative o meno e determinare quale

esperimento suggeriscono. Può essere molto utile lavorare anche con altri insegnanti.

### **Utilizzare le idee e le conoscenze già acquisite dagli studenti**

Gli studenti generalmente hanno molte idee sui fenomeni che sperimentano nella vita quotidiana. Queste idee spesso sono incomplete o contrarie alle spiegazioni scientifiche relative a un particolare fenomeno. È importante ricordare che alcune di queste idee, preconcezioni, conoscenze iniziali, misconcezioni o concezioni ingenuie, possono anche essere ragionevoli, ma sono basate su una esperienza e su una conoscenza limitate. Un esempio è il credere che i semi necessitano di luce per germogliare; la crescita iniziale può avvenire anche in assenza di luce che è invece indispensabile quando la pianta cresce. È importante dare agli studenti l'opportunità di confrontare le proprie idee e di descrivere il modo in cui sono arrivati a sapere ciò che sanno. In questo modo i ragazzi chiariscono quali sono le loro concezioni e su che cosa si basano. Ascoltare le idee degli altri, che siano corrette o meno, può favorire nuove modalità di pensiero.

Gli insegnanti che hanno dimestichezza con le ricerche su alcune delle più comuni concezioni ingenuie, nell'ascoltare gli studenti e nel prendere in considerazione le loro idee possono adattare e guidare le attività in classe in modo da fornire agli studenti degli stimoli che portino a far emergere nuove e più ragionevoli spiegazioni. In questo modo i ragazzi hanno l'opportunità di vedere che idee diverse dalla propria possono spiegare il fenomeno in modo più efficace.

Riporto qui un esempio abbastanza classico e molto comune nell'esperienza con studenti.

In un modulo sull'elettricità un certo numero di studenti ritiene che per accendere *una lampadina* sia sufficiente collegarla ad un polo della batteria; la cosa migliore è lasciarli provare perché si rendano conto che la lampadina non si accende. Altri studenti pensano che l'elettricità esca dai due poli della batteria ed entri nella lampadina. Altri ancora ritengono che la lampadina si accenda quando l'elettricità dai due poli si incontra. Anche se non corrette, entrambe le spiegazioni hanno una certa logica. Gli studenti infatti sanno che la lampadina ha bisogno dell'"energia" fornita dalla batteria e che l'"energia" deve

arrivare alla lampadina, ma non sono in grado di spiegare come. Fare l'esperimento di accendere la lampadina con i cavi elettrici utilizzando varie lampadine in serie amplia il campo di esperienza dei ragazzi e può aiutarli ad arrivare ad una conclusione diversa.

Un'altra concezione ingenua emersa da un buon numero di studenti è relativa alla fisiologia umana.

Un altro esempio assolutamente classico in questo ambito è il seguente.

Quando viene chiesto loro che cosa succede al *cibo* che ingeriamo, molti immaginano che esistano due tubi, uno per i liquidi ed uno per i solidi. Questa idea è rafforzata dal fatto che ci sono due uscite, l'ano e quella per l'urina. In questo e altri casi, è importante fare in modo che gli studenti prima esprimano la propria idea e, successivamente, siano incoraggiati dalle domande e dalla relativa discussione, a riflettere nuovamente. *“Che cosa succede quando mangi il minestrone?”*, *“Qualcosa è mai andato dalla parte sbagliata?”*, *“Che cosa significa questo per te?”*.

Quali possono essere i suggerimenti pratici? Di seguito ne elenco alcuni.

- La ricerca ha identificato alcune comuni concezioni ingenuie che emergono dagli studenti a diverse età. Conoscerle aiuta l'insegnante a farle emergere e a predisporre alcune attività per ampliare l'esperienza degli studenti. Su questo tema si possono trovare buoni materiali sul web e in pubblicazioni sull'apprendimento.
- All'inizio di un modulo *inquiry* si deve partire il più possibile da una discussione su cosa gli studenti pensano dell'argomento in modo da rendersi conto della loro esperienza, delle loro idee e dei loro modi di ragionare. Molto emergerà da ciò che dicono e fanno durante le investigazioni.
- Per esprimere le proprie idee, gli studenti devono percepire che non è un problema se sbagliano e che le loro idee vengono rispettate. In altre parole, devono sentire che il loro pensiero può essere liberamente condiviso. Si possono usare numerose strategie didattiche per incoraggiare la condivisione in forma orale e/o scritta. Per esempio accettare le idee senza esprimere un giudizio, anche se sono errate, chiedendo agli studenti come lo sanno *“Che cosa te lo fa*

*pensare?*”, “*Come hai trovato questa informazione?*” e invitandoli ad aggiungere ulteriori dettagli in modo che percepiscano che le loro idee vengono valorizzate.

- Se ci sono studenti che esprimono idee corrette, è importante accettarle insieme alle altre; mostrare segni della loro esattezza impedirebbe agli altri di continuare ad esprimere le proprie idee.
- Ci può volere del tempo prima che gli studenti abbandonino le loro idee originarie; infatti hanno accumulato un notevole bagaglio di esperienze prima di iniziare il percorso scolastico e non sarà sufficiente una sola investigazione per metterlo in discussione. I ragazzi avranno bisogno di condurre e discutere molte esperienze prima che siano disposti a mettere in discussione e modificare le loro idee.

### **Condurre discussioni di gruppo**

La discussione tra studenti è uno degli aspetti più importanti dell'IBSE. Si discute durante l'intero processo di *inquiry* a coppie, in piccoli gruppi e nella classe intera. La maggior parte degli studenti, se impegnati in un interessante lavoro a piccoli gruppi, parleranno tra loro con un minimo contributo da parte dell'insegnante, se non l'occasionale richiamo ad attenersi alla traccia. In gruppi numerosi le discussioni sono meno efficaci e gli studenti, ed anche l'insegnante, devono apprendere nuove abilità ed adottare nuovi comportamenti. Non si tratta delle tradizionali discussioni in cui l'insegnante pone una domanda, sceglie quale studente far rispondere e conferma o meno la risposta prima di proseguire con un'altra domanda a un altro studente. Queste discussioni sono caratterizzate dall'interazione tra gli studenti che discutono tra loro, si fanno domande, propongono un'idea diversa o chiedono chiarimenti a un compagno. È necessaria una formazione continua e sostenuta per fare in modo che gli insegnanti sviluppino questo tipo di abilità.

Le discussioni di gruppo giocano un ruolo molto importante. Danno agli studenti l'opportunità di esprimere le proprie idee, di ascoltare e discutere le idee altrui e di rendersi conto che le idee degli altri si basano su considerazioni che non avevano fatto (come nell'esempio delle ossa della colonna vertebrale, precedentemente descritto). In sede di discussione il gruppo di studenti deciderà se rimettere in discussione i risultati e proseguire l'indagine oppure se confermare i dati e concordare le conclusioni. Anche qui

data la complessità nella pratica scolastica di attuare queste dinamiche alcuni suggerimenti pratici possono essere di aiuto.

- Far sedere gli studenti in modo che ognuno veda gli altri rende la discussione più semplice e fa un'enorme differenza nelle dinamiche del gruppo; basta disporre i ragazzi in un cerchio che comprenda anche l'insegnante. Nella maggior parte delle aule, tranne quelle piccole, è sufficiente spostare opportunamente sedie e banchi e far girare gli studenti.
- Non aver fretta nel condurre la discussione aiuta molti studenti a partecipare. Chiedere agli studenti di riflettere anche solo per pochi secondi prima di rispondere a una domanda permette loro di organizzare il pensiero prima di esporlo. Attendere in silenzio 5-10 secondi permette di approfondire la discussione o di far emergere nuove idee.
- All'inizio può essere difficile evitare che gli studenti si rivolgano direttamente all'insegnante invece che ai loro compagni. In questo caso è importante essere diretti ed espliciti dicendo: *“Parla con Luigi, non con me”, “Francesco ha una domanda per te”, “Maria, che cosa pensi di ciò che ha detto Antonio?”, “Alfredo, hai qualcosa da aggiungere a quanto ha detto Giovanna?”*
- Poiché l'insegnante assume un ruolo di facilitatore e guida, è necessario che parli poco ed eviti di guidare gli studenti verso la “risposta esatta” o di fornirla direttamente. Analogamente, occorre considerare con attenzione quando è il momento di intervenire in una discussione tra studenti. Domande o commenti come *“Come potremmo trovare...?”, “Forse potremmo provare...”, “Guardiamo i dati raccolti...”* incoraggiano gli studenti a continuare la discussione.
- Far discutere gli studenti tra loro pone il problema di come comportarsi quando emergono concezioni ingenuie. Molto dipende da quando ciò si verifica. Se emergono all'inizio di un modulo *inquiry* o anche durante il suo svolgimento, generalmente è preferibile accettarle ma allo stesso tempo mettere in risalto dei risultati che le mettono in discussione. Invece se emergono alla fine del modulo *inquiry* è importante guidare gli studenti verso la corretta interpretazione.
- Le discussioni aperte possono spingere gli studenti a porre domande, ma a molte di queste potrebbe non essere possibile rispondere con una investigazione o ad alcune potrebbe non saper rispondere lo stesso insegnante. Per rispettare tutte le

domande degli studenti è opportuno scriverle sulla lavagna e dividerle in categorie: domande alle quali si può rispondere con l'esperienza diretta, domande che, se modificate, possono essere oggetto di investigazione e domande alle quali non si può rispondere con un'investigazione. I ragazzi possono dare risposta a quest'ultima categoria di domande consultando l'insegnante, uno scienziato, i libri o internet. Sarebbe buona prassi, di fronte a domande alle quali non si sa rispondere, dire semplicemente: *“Non lo so, ma possiamo cercare insieme la risposta”*.

### **Guidare gli studenti nella documentazione**

Uno degli elementi più importanti dell'IBSE è saper documentare il lavoro scientifico, utilizzando testi, disegni, diagrammi di flusso, grafici, diagrammi, cartelloni... L'elaborazione in forma scritta aiuta gli studenti nel processo di apprendimento poiché richiede i concetti siano ben chiari nella loro mente. Questo contribuisce a renderli consapevoli dei propri progressi, dei risultati ottenuti e del loro sviluppo cognitivo. A loro volta gli insegnanti, leggendo il lavoro degli studenti, possono rendersi conto delle loro preconcezioni e valutare i loro progressi e la qualità del loro pensiero. Leggendo quanto scritto o disegnato, gli insegnanti possono rendersi conto se un concetto è stato compreso del tutto, in parte o in maniera distorta. Questi elementi consentono loro di modificare tempestivamente la programmazione evitando di attendere il momento delle verifiche sommative.

I ragazzi possono documentare il loro lavoro scientifico in vari modi: tenendo un quaderno di scienze, elaborando documenti scritti (testi, disegni, diagrammi di flusso, grafici) o preparando relazioni. Ogni modalità di documentazione utilizza modalità e schemi di scrittura diversi. Scrivere fornisce agli studenti un'ottima opportunità per esercitarsi nella scrittura e migliorare le proprie competenze linguistiche sia in forma scritta che orale. In questo caso, la lingua è al servizio della scienza, non il contrario.

Anche in questo caso alcune specificazioni esemplificative utili nell'attuazione dell'IBSE in classe. La documentazione di gruppo e la documentazione di classe.

### ***La documentazione di gruppo***

Quando gli studenti svolgono un lavoro di gruppo, l'insegnante chiede in anticipo a ciascun gruppo di predisporre un documento scritto, un cartellone, un protocollo sperimentale, un oggetto o altro per presentare all'intera classe le loro congetture e le possibili conclusioni. Questo aiuta il gruppo a sintetizzare il proprio pensiero e a comunicare agli altri la procedura seguita e/o le idee emerse. Questo tipo di documento è più formale del quaderno di scienze che è invece il quaderno individuale, si tratta infatti di presentazioni chiare e sintetiche per gli altri studenti della classe.

### ***La documentazione di classe***

La classe, sotto la guida del docente, elabora le proprie conclusioni in modo che non si discostino da quanto stabilito dalla comunità scientifica. Si tratta di una sintesi della "conoscenza" che la classe deve acquisire; è un documento più formale poiché presenta le conclusioni finali tratte e la conoscenza acquisita dalla classe durante le investigazioni. Ecco, di seguito alcuni suggerimenti pratici anche sulla documentazione individuale.

- Nelle fasi cruciali dell'indagine è opportuno dedicare brevi periodi di tempo per far sì che gli studenti prendano appunti su un eventuale quaderno di scienze personale; per esempio, prima di iniziare l'indagine, per indicare lo scopo, la domanda o le ipotesi, per descrivere il protocollo utilizzato o, nel corso dell'indagine, per registrare rapidamente i nuovi dati. Alla fine della lezione può essere utile dedicare un po' di tempo ad una rapida riflessione. È necessario più tempo se si richiede agli studenti di fermarsi a riflettere sul proprio lavoro e di giungere ad una possibile conclusione.
- Se vogliono fare buon uso dei loro quaderni di scienze e avere una valida documentazione, gli studenti devono possedere ed esercitare varie abilità che devono essere specificamente curate. È inoltre importante che i ragazzi vedano esempi di documentazione e che abbiano tempo per condividere il proprio lavoro. Anche gli studenti più piccoli possono e devono documentare il proprio lavoro individuale nel quaderno di scienze; se non sanno ancora scrivere, si può chiedere loro di disegnare. Gli studenti più grandi possono avere bisogno di indicazioni riguardo ai dettagli da includere o al modo di utilizzare diagrammi o grafici.

- Gli studenti devono scrivere senza temere di essere giudicati e corretti dall'insegnante (errori di ortografia, errate interpretazioni, disegni incompleti o "iper-abbelliti", conclusioni sbagliate, ...). Anziché correggere il lavoro individuale, può essere utile fornire agli studenti commenti produttivi, ad esempio: *“Come potresti organizzare i tuoi dati la prossima volta in modo che siano più facili da leggere?”*, *“Mi chiedo perché hai previsto che sarebbe accaduto questo fenomeno”*, *“Ho notato che non avevi riportato la quantità di liquido usata per...”*, *“Cerca di ripensare a questa idea”*.
- È importante che gli studenti usino i quaderni individuali in modo significativo: riguardino il lavoro svolto, confrontino i dati con i compagni, controllino i propri risultati, trovino evidenze per supportare le loro affermazioni. In caso contrario il quaderno è poco utile e gli studenti possono pensare che serva solo per soddisfare le richieste dell'insegnante.
- Occorre controllare che le informazioni riportate sul quaderno siano essenziali per il lavoro scientifico. Copiare dei dati dalla lavagna, ad esempio, può essere sostituito da un foglio da inserire nel quaderno.
- Per organizzare una pagina, per ricordare agli studenti gli elementi chiave, per fornire un supporto adatto a registrare i dati (tabelle, grafici,...) possono essere utili dei modelli che aiutino gli studenti senza interferire col loro pensiero.

## Strategie pedagogiche specifiche

Le strategie generali descritte finora possono essere applicate all'intero processo. Nell'IBSE ci sono tuttavia alcune fasi che sono difficili da affrontare per gli studenti e che necessitano di altre strategie; alcune sono descritte qui sotto.

### *Guidare gli studenti nel progettare una investigazione*

La fase di progettazione è molto importante per comprendere la natura della scienza ed è molto delicata e complessa per gli studenti. Questo significa che occorre lavorare molto con loro, soprattutto all'inizio. Si parte da una discussione in classe per chiarire la domanda o il problema e determinare quali siano gli elementi importanti da studiare; poi

si procede discutendo come testare i parametri, uno dopo l'altro, usando gli strumenti a disposizione. Gli studenti hanno spesso difficoltà a rendersi conto che in un esperimento si deve variare un solo parametro alla volta, mantenendo costanti gli altri. Questa è un'abilità che si acquisisce col tempo. È sufficiente identificare una sola variabile per gli studenti più piccoli. Se l'indagine è di tipo osservativo, anziché sperimentale, gli studenti devono discutere sia le cose importanti da osservare, che le modalità di osservazione e raccolta dati.

Come esempio per chiarire questo aspetto riprendo di nuovo l'esempio della clessidra riportato in precedenza.

Gli studenti decidono di determinare se il tempo impiegato dalla sabbia per fluire dipende dalla dimensione del foro; un gruppo discutendo deciderà di impiegare due clessidre che differiscano unicamente per la dimensione del foro. (Si mantengono invariate la quantità di sabbia, la dimensione delle ampolle, la dimensione delle particelle di sabbia...). Altri gruppi invece varieranno numerosi parametri contemporaneamente. La successiva discussione di gruppo farà emergere la necessità di riprogettare e ripetere l'esperimento poiché risultati non sono utili e confrontabili.

Ecco alcuni suggerimenti pratici per questo aspetto.

- Quando si progetta un esperimento, è importante che gli studenti comprendano che variare tutti i parametri contemporaneamente non consente di trarre delle conclusioni significative. Quando si mettono insieme i risultati, è consigliabile aiutare gli studenti a considerare questo aspetto, ponendo domande quali *“Come spieghi risultati così diversi?”*, *“Come hai deciso di...?”*, *“Quali suggerimenti proponi per le fasi successive?”*, *“In che modo potremmo ripetere l'esperimento?”*
- Gli studenti sono spesso restii a ripetere un esperimento tante volte per verificare la mancanza di errori procedurali e l'attendibilità dei risultati. Se sono incoraggiati a farlo, iniziano a comprendere che errori e risultati diversi sono frequenti, per cui nella progettazione deve essere prevista anche la ripetizione di esperimenti ed osservazioni. Comprendono, inoltre, che se i loro risultati non sono compatibili con quelli di un altro gruppo significa che è necessario ripetere l'esperimento.

- Quando gli studenti stanno progettando uno studio di tipo osservativo, si può prima portarli nel luogo dell'osservazione o mostrare loro in classe che cosa andranno ad osservare. Questo fornirà loro un contesto nel quale progettare le investigazioni e li aiuterà a determinare che cosa è importante cercare.
- Quando si progettano gli esperimenti, uno dei problemi è la disponibilità degli strumenti per gli studenti. Ci sono varie opzioni: si può dare ad ogni gruppo di studenti l'occorrenza necessario per l'investigazione oppure mettere il materiale sul tavolo e i ragazzi possono decidere insieme come condurranno l'indagine e di quali materiali avranno bisogno.
- Gli studenti devono imparare ad usare i vari strumenti per progettare l'investigazione in modo "appropriato" comprendendo i vari modi di registrare i dati come tabelle, grafici e diagrammi. I ragazzi dovranno essere guidati nel condurre e documentare osservazioni di tipo quantitativo. Tenderanno ad utilizzare termini quali più grande/più piccolo, molti/alcuni, più veloce/più lento. Avranno bisogno di richiami e talvolta istruzioni specifiche su come quantificare le loro osservazioni e su come utilizzare gli strumenti.

### ***Aiutare gli studenti ad analizzare i propri risultati per trarne valide conclusioni***

Durante la fase sperimentale dell'*inquiry*, gli studenti acquisiscono esperienze ed una conoscenza da consolidare. Infatti senza una riflessione rigorosa, tale conoscenza può essere lacunosa, debole, provvisoria. Analizzare i risultati ottenuti dalle investigazioni e trarre le conclusioni consente agli studenti di costruire una conoscenza più affidabile e significativa. Dopo ogni investigazione, è importante che ogni gruppo di lavoro elabori delle possibili conclusioni. *Quali affermazioni o asserzioni sono supportate dalle evidenze raccolte? A quali possibili spiegazioni si può giungere? In che modo si possono confrontare con i presupposti e le ipotesi iniziali?* Questa fase è seguita da una discussione con la classe intera su domande importanti come: *"Quali differenze ci sono tra i gruppi? Ci sono dei dubbi sui risultati ottenuti?", "Ci sono esperimenti che devono essere ripetuti?", "È necessaria un'ulteriore fase di osservazione?", "Quali ipotesi sono*

*state confermate e quali no?” “È necessario proporre altre ipotesi o esperimenti e, se sì, quali?”.* Questo può comportare un ritorno alle fasi iniziali del modulo *inquiry*.

Ecco alcuni esempi.

Una classe stava studiando di che cosa hanno bisogno *le piante* per crescere. Gli studenti ipotizzarono che le piante avessero bisogno di luce e seminarono alcuni fagioli in due recipienti, ponendone uno alla luce ed uno al buio. Con loro grande sorpresa le piante di entrambi recipienti germogliarono e produssero foglie. Le piante furono portate in classe per la discussione e a quel punto gli studenti osservarono che le piante cresciute al buio erano alte ed esili, mentre quelle cresciute alla luce erano più rigogliose; i ragazzi usarono l'espressione “più sane”. La discussione fu animata ed alcuni studenti continuarono a sostenere l'ipotesi che le piante verdi avessero bisogno della luce. In gruppo decisero di continuare l'indagine e vedere che cosa sarebbe successo nelle settimane successive e ripeterono l'esperimento con diversi tipi di semi.

Una classe è impegnata in un modulo sulle proprietà dei materiali e sta conducendo esperimenti sulle *miscele tra solidi e liquidi*. Alla fine della sessione, alcuni gruppi presentano i propri risultati, concludendo che “acqua e sale non si mischiano”, mentre altri gruppi mostrano evidenze per sostenere il contrario. (Gli studenti avevano usato la stessa quantità di sale ma volumi di acqua molto diversi!) L'insegnante non commenta i risultati degli studenti, ma chiede: “*Che cosa dobbiamo fare?*”. Gli studenti discutono i possibili problemi, fra cui il diverso volume di acqua, e nella sessione seguente, sotto la guida dell'insegnante, aumentano gradualmente la quantità di acqua per giungere alla conclusione “corretta”, cioè che c'è un limite a quanto sale può essere disciolto in una certa quantità di liquido ad una determinata temperatura.

Ed ecco anche alcuni suggerimenti pratici.

- Può essere utile distinguere tra le affermazioni supportate dai risultati ottenuti dagli studenti (“*L'acqua evapora più rapidamente dai contenitori con un'area superficiale più ampia*”) e spiegazioni che sono tentativi di spiegare o generalizzare partendo da affermazioni specifiche (“*Io penso che questo avvenga*”).

*perché l'acqua evapora sulla superficie e che quindi se c'è una superficie maggiore più vapore può allontanarsi dal liquido allo stesso tempo e quindi il processo è più rapido").*

- L'efficacia della discussione dipende non solo dall'abilità degli studenti nel parlare del proprio lavoro e nell'esprimersi in forma orale, ma anche dalla capacità di ascoltare con attenzione gli altri e di dialogare, anziché rispondere semplicemente all'insegnante.
- Le discussioni richiedono tempo. Un modo per impiegare il tempo in modo più efficiente è quello di avere dei gruppi che riportano i propri dati su un cartellone o affiggano le loro affermazioni e risultati sulle pareti dell'aula prima di iniziare la discussione. In questo modo la discussione può iniziare con la domanda chiave e non è necessario che ogni gruppo a turno esponga i propri risultati.
- Il ruolo dell'insegnante è essenziale nel tenere gli studenti concentrati sulla domanda iniziale o sul problema, insistendo sull'uso dei risultati tratti dal loro quaderno di scienze, e nel fornire una chiara sintesi alla fine della sessione. Gli studenti devono capire che i risultati e il ragionamento scientifico sono ciò che determina le conclusioni, non il numero di persone che esprime una certa opinione o l'argomentazione degli studenti più bravi.
- Un buon modo per terminare la sessione è richiedere un breve riassunto scritto di ciò che è stato appreso ( o che necessita di essere riesaminato).

### **Confrontare i risultati ottenuti con il paradigma scientifico**

Gli allievi “scoprono” i fenomeni e le proprietà della natura; sperimentano e confrontano tra loro le conclusioni come farebbe una comunità di ricercatori scientifici. Tuttavia, diversamente dai ricercatori, gli allievi non stanno scoprendo i fenomeni e le leggi che sono sconosciuti alla comunità scientifica; quello che imparano a scuola è conoscenza scientifica ormai consolidata. Di conseguenza, è essenziale il confronto e la comparazione con i paradigmi scientifici. L'esempio precedente illustra come l'insegnante guida gli allievi ad una nuova ricerca piuttosto strutturata. In un'altra situazione l'insegnante potrebbe invece suggerire di riferirsi ad altre fonti quali i libri, Internet o gli scienziati della comunità locale. In entrambi i casi, alla fine gli allievi sarebbero guidati

verso una comprensione che riflette la conoscenza scientifica, anche se ad un livello adatto a loro.

*L'IBSE è complesso, nelle pagine precedenti ho cercato di focalizzarmi sugli aspetti essenziali e ineludibili (con esempi e importanti suggerimenti pratici) per realizzarlo in classe e quelli su cui dovrebbe far leva una formazione docente continua ed efficace. Di seguito a conclusione, ritengo ugualmente utile fornire una sintesi essenziale dei punti che sono stati espansi in precedenza.*

## I pilastri dell'IBSE

L'IBSE si basa sulla convinzione che sia importante accertarsi che gli allievi comprendano in modo significativo ciò che stanno apprendendo e non che memorizzino semplicemente contenuti ed informazioni.

È un approccio complesso per insegnare ed imparare la Scienza che deriva da:

### 1. la comprensione delle modalità di apprendimento degli studenti

- Gli allievi tentano di dare un senso al mondo che li circonda - di renderlo prevedibile - cercando modelli e relazioni nelle loro esperienze e attraverso l'interazione con gli altri.
- Gli allievi costruiscono la loro conoscenza riflettendo sulle loro esperienze.

### 2. la natura dell'indagine e della ricerca scientifica

Il processo può essere schematizzato in quattro fasi:

- esplorare: gli allievi prendono confidenza con il fenomeno che studieranno;
- sperimentare: gli studenti progettano ed effettuano le investigazioni;
- trarre conclusioni: gli allievi sintetizzano ciò che hanno imparato e traggono alcune conclusioni finali;
- comunicare: gli studenti comunicano le loro nuove conoscenze ad un pubblico "allargato".

È importante notare che 1) il processo di *inquiry scientifico* non è un processo lineare o una sequenza di fasi da seguire; 2) l'insegnante può dare più risalto a fasi differenti a seconda del contenuto e della natura delle investigazioni; 3) una singola sessione non comprende quasi mai tutte le fasi.

### 3. cura dei contenuti

Uno sguardo d'insieme sui concetti importanti compare spesso nelle indicazioni a livello nazionale, ma le specificità dipendono molto dal contesto locale e dagli interessi degli allievi e degli insegnanti.

## Principi importanti dell'IBSE

### L'esperienza diretta è al centro dell'apprendimento scientifico

Gli studenti devono avere esperienza diretta con i fenomeni che stanno studiando perché:

- l'esperienza diretta è la chiave per la comprensione dei concetti;
- gli studenti costruiscono la propria conoscenza del mondo, più ingenua o più rigorosa, attraverso la riflessione sull'esperienza;
- le parole da sole hanno uno scarso potere di modificare le idee già presenti nella mente dei ragazzi.

### Gli studenti devono sentire come propri e comprendere la domanda o il problema che è al centro del loro lavoro

Gli studenti si impegnano, investono nell'*inquiry scientifico* e si sforzano di capire; se comprendono appieno il problema sul quale stanno lavorando ed esso è per loro significativo.

### Condurre un *inquiry scientifico* richiede che agli allievi si impadroniscano di molte abilità

Sono richieste molte abilità importanti in un *inquiry scientifico*: la capacità di osservare, di porre domande, di fare previsioni, di progettare investigazioni, di analizzare dati e supportare le affermazioni con le evidenze sperimentali. Tra queste una delle più importanti è la capacità di osservare con attenzione e di selezionare che cosa è importante osservare.

### Imparare la scienza non significa soltanto utilizzare o manipolare oggetti, ma anche ragionare, comunicare e scrivere sia per sé che per gli altri

Perché l'esperienza diretta guidi la comprensione, gli studenti devono ragionare sull'attività sperimentale, discuterla in modo approfondito con gli altri e scriverla.

### **L'esperienza diretta viene arricchita dall'uso di risorse alternative**

Gli allievi non possono scoprire tutto ciò che devono sapere attraverso investigazioni. Nell'IBSE le varie risorse sono al servizio delle investigazioni degli studenti, non un loro sostituto.

### **La scienza è un'attività cooperativa**

La ricerca scientifica è solitamente un'attività cooperativa. Quando gli studenti svolgono attività insieme in piccoli gruppi lavorano proprio come gli scienziati, condividendo idee, discutendo e riflettendo su cosa devono fare e su come devono condurre l'indagine.

## Considerazioni pedagogiche importanti in IBSE

### **Organizzare la classe**

Se gli allievi sono impegnati in attività pratiche a gruppi, l'aula deve essere predisposta in modo da rendere accessibili agli allievi tutti i materiali necessari e da avere lo spazio sufficiente. Se gli studenti devono lavorare ed imparare insieme, tutti devono sentirsi a loro agio ed avere l'opportunità di contribuire nelle varie fasi del lavoro scientifico – la fase operativa, la riflessione, la discussione e la documentazione scritta.

### **Formulare e rivolgere le domande**

Le domande poste dagli insegnanti giocano un ruolo molto importante nell'IBSE. Domande produttive spingono gli studenti verso un livello di lavoro e di riflessione più profondo. Le domande non produttive sono quelle che spesso richiedono solo una breve risposta verbale.

### **Utilizzare le idee e le conoscenze “ingenua” degli studenti**

Gli studenti generalmente hanno molte idee sui fenomeni che sperimentano nella vita quotidiana. Spesso queste idee sono incomplete o contrarie alle spiegazioni scientifiche del fenomeno in questione. Gli insegnanti nell'ascoltare gli studenti e nel prendere seriamente in considerazione queste idee possono adattare e guidare le attività in modo da fornire agli studenti degli stimoli che portino a far emergere nuove e più ragionevoli spiegazioni.

### **Condurre discussioni di gruppo**

La discussione tra studenti fornisce l'opportunità di esplicitare le loro idee, di ascoltare e discutere le idee degli altri e di accordarsi sulle conclusioni. Le discussioni possono svilupparsi durante tutto il processo di indagine tra coppie, membri del gruppo o nell'intera classe.

### **Guidare gli studenti nella documentazione**

Quando gli studenti documentano il loro lavoro, diventano consapevoli dei propri progressi, dei risultati ottenuti e del loro sviluppo cognitivo. La documentazione del lavoro scientifico comprende testi, disegni, diagrammi di flusso, grafici, cartelloni... È auspicabile che i ragazzi di ogni livello scolastico abbiano un quaderno di scienze, producono documenti scritti per le presentazioni e per preparare relazioni. Gli insegnanti, leggendo il lavoro degli studenti, possono valutare lo sviluppo e la natura del loro pensiero.

## Strategie pedagogiche per fasi specifiche dell'*inquiry scientifico*

### **Guidare gli studenti nel progettare una investigazione**

La fase di progettazione è molto importante per comprendere la natura della scienza ed è molto delicata e complessa per gli studenti. Il processo spesso inizia con una discussione nella classe intera per chiarire la domanda o il problema e determinare quali elementi sono importanti da studiare. In una investigazione sperimentale, la fase successiva consiste nel discutere come misurare i parametri, uno per volta, impiegando la strumentazione a disposizione. Se l'investigazione è di tipo osservativo, anziché sperimentale, gli studenti discutono che cosa sia importante osservare, come verrà condotta l'osservazione e come verranno raccolti i dati.

### **Aiutare gli studenti ad analizzare i propri risultati per trarne valide conclusioni**

Analizzare i risultati ottenuti dalle investigazioni e trarre valide conclusioni è fondamentale perché gli studenti costruiscano una conoscenza affidabile e significativa dal loro lavoro di ricerca. Tale processo avviene a livello di classe alla fine di ogni investigazione ed alla fine di una parte o dell'intero modulo *inquiry*.

### **Confrontare i risultati ottenuti con il paradigma scientifico**

Indagando i fenomeni naturali, gli studenti giungono a delle conclusioni e le confrontano tra loro per costruire una nuova conoscenza. A differenza degli scienziati, tuttavia, non scoprono nuovi fenomeni e leggi, infatti ciò che apprendono a scuola è una conoscenza scientifica ormai consolidata. I ragazzi devono quindi confrontare il loro lavoro con ciò che è già noto utilizzando altre fonti quali i libri, internet o gli scienziati.

## Bibliografia

- Alberts B., *Prioritizing Science Education*, Science 19 April 2013, Vol. 340 no. 6130 p. 249. <http://www.sciencemag.org/content/340/6130/249.full>
- Artigue M., Dillon J., Harlen W., Léna P., *Learning through Inquiry. The Fibonacci Project* 2012. [www.fibonacci-project.eu](http://www.fibonacci-project.eu)
- Bortolon P., Fontechiari M., Pascucci A., *Misure di accompagnamento nell'applicazione dell'IBSE in "Il cannocchiale di Galileo"*, (a cura di) De Toni A.F. e Dordit L., Libro Erickson 2015, cap.11.
- Borda Carulla S., *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education. The Fibonacci Project* 2012. [www.fibonacci-project.eu](http://www.fibonacci-project.eu)
- Elstgeest J., *The right question at the right time*, in W. Harlen, *Primary Science: Taking the Plunge*. Portsmouth NH: Heinmann, 2001.
- European Commission EACEA. *Science education in Europe: national policies, practice and research*, 2011. Retrieved from [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/133EN.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf)
- Gerd BERGMAN (Royal Swedish Academy of Sciences / NTA Development, Sweden) Susana BORDA CARULLA (Fondation La main à la pâte, France) Marida ERGAZAKI (University of Patras, Greece) Wynne HARLEN (Fibonacci Scientific Committee) Katarina KOTUL'ÁKOVÁ (University of Trnava, Slovakia) Anna PASCUCCI (Italian Association of National Science Teachers, ANISN, Italy) Jan SCHOULTZ (Linköping University, Sweden) Clémentine TRANSETTI (Graduate School of Engineering of Saint-Étienne, France) Kristina ZOLDOZOVA (University of Trnava, Slovakia), *Tools for Enhancing Inquiry in Science Education*, 2013.
- Harlen W., *Principles and Big Ideas of Science Education*. Hatfield, Herts: Association for Science Education 2010.
- Harlen W., *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12* (4th edition). London: Sage 2006.

- Harlen W., Elstgeest J., Jelly S., *Primary Science: Talking the Plunge* (2nd edition), 2004, Heinemann, UK, 2001, or Harlen W., *Einsegnen le sciences : coment faire? – Collection : La main à la pâte*, Le Pommier.
- Harlen W., Allende J., *Report of the Working Group on Teacher Professional Development in Pre- Secondary IBSE*, University of Chile, 2009.
- Hvass M., Jasmin D., Lagües M., Laporte G., Mouahid G., Saltiel E., *Supporting Teachers Through the Involvement of Scientists in Primary Education*, Paris: Académie des sciences, 2009.
- Léna P., *Europe Rethinks Education Science* 23 October 2009: Vol. 326 no. 5952 p. 501 <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=18655>
- Minner D.D., Levy A. J, Century J., *Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*, Journal of Research in Science Teaching, 47 (4) 474-496, 2010.
- National Association of Natural Science Teachers – ANISN, *Scienze, un mito in declino? (Science, a myth in decline?)*, Le Scienze Naturali nella Scuola, Stamperia Editoriale Pisana 2003. Retrieved from <http://crisiscientifica.anisn.it/>.
- Osborne J., Dillon J., *Science Education in Europe: Critical Reflections*, The Nuffield Foundation, London 2008. From: <http://hub.mspnet.org/index.cfm/15065>
- Pascucci A., *The ISS (Teaching Experimental Sciences) Plan: an in-service teachers' training project in Italy. Proceedings of International Conference on Professional development for Inquiry Based Science Education – Evaluation*, Inter Academy Panel Santiago del Cile 2008.
- Pascucci A., Zanetti S., *L'IBSE (Inquiry Based Science Education) e il Piano ISS nel panorama Internazionale dell'educazione scientifica in "Il Piano Insegnare Scienze Sperimentali"*, Annali della Pubblica Istruzione 5-6/1 2009- 2010 pg.278.
- Pascucci A., Pastrone F., *"A renewal of science education in Europe" Views and Actions of National Academies Analysis of surveys conducted in 2010 and 2011 A report of the ALLEA Working Group Science Education (IAP Science Education Programme Regional European Council)*, 2012 pg.61-64.
- Pascucci A., *L'IBSE – Inquiry Based Science Education: una sfida ineludibile nell'insegnamento delle Scienze Naturali anche in Italia*, in "Scienze Naturali con la

LIM” di Forni G., Pascucci A., Goracci S., Libro Erickson, 2013, ISBN: 978-88-590-0433-2 <http://www.erickson.it/Libri/Pagine/Scheda-Libro.aspx?ItemId=40563>

Pascucci A., *Il Progetto Fibonacci: una sfida per l’Innovazione didattica nell’insegnamento delle Scienze in Italia* in “Le Scienze Naturali nella scuola” Loffredo editor n. 48; Aprile 2013 pg.5-19.

Pascucci A., et altri, *A systematic approach to IBSE implementation in Italy IBSE building a model through the programme Scientiam Inquirendo Discere SID*, ESERA – European Science Education Research Association Conference proceedings, Nicosia, 1-7 September Cypro 2013, Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning (Proceedings of the ESERA 2013 Conference) Proceedings of the ESERA 2013 Conference ISBN 978-9963-700-77-6 General Editors: Constantinos P. Constantinou, Nicos Papadouris, Angela Hadjigeorgiou

Pascucci A., et altri, *A systematic approach to IBSE implementation in Italy building a model through the programme “Scientiam Inquirendo Discere” – SID*, The STEMfest Journal – STEMplanet, 2014 (ISBN 978-0-9875500-1-9/ ISSN 2203-241X) SP20131231052 vol.1

Pascucci A., *Insegnamento delle scienze ed Inquiry-based Science Education* in “Il cannocchiale di Galileo” (a cura di) De Toni A.F. e Dordit L., Libro Erickson 2015, cap. 5.

Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H., Hemmo V., *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007. consultabile nel sito [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf) Una sintesi, redatta dall’ADI in italiano, del Rapporto Rocard “L’educazione scientifica OGGI: un’istruzione rinnovata per il futuro dell’Europa” è reperibile nel sito: [http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index_en.html)

Saltiel E., *Methodological Guide. Inquiry-Based Science Education: Applying it in the Classroom*, 2006.

*Questo materiale è stato realizzato nel 2014 da INDIRE con i fondi del Progetto **PON Educazione Scientifica**, codice **B-10-FSE-2010-4**, cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo.*

*La grafica, i testi, le immagini e ogni altra informazione disponibile in qualunque formato sono utilizzabili a fini didattici e scientifici, purché non a scopo di lucro e sono protetti ai sensi della normativa in tema di opere dell'ingegno (legge 22 aprile 1941, n. 633).*