

IBSE – Inquiry Based Science Education e Integrazione delle scienze a scuola

Anna Pascucci*

*Presidente ANISN – Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali; Responsabile Italiano del Progetto Fibonacci
anna.pascucci@gmail.com

1. Premessa¹ e contesto

- a) Scienza e tecnologia sono oggi riconosciute come il principale fattore di competitività economica e di sviluppo attivo all'interno delle società contemporanee. Le ricerche nella didattica delle scienze sono sempre più focalizzate sulla individuazione delle strategie ottimali per lo sviluppo delle competenze cognitive di alto livello, mentre minore attenzione riservano alle abilità comportamentali (ad es. saper usare le attrezzature) e alle competenze cognitive di basso livello (ad es. imparare e ripetere definizioni e leggi, applicare formule). La formazione scientifica evolve quindi verso apprendimenti cognitivi, per i quali i vecchi metodi, basati principalmente sulla trasmissione e la ripetizione, si rivelano inadatti².
- b) Diversi rapporti internazionali sull'educazione scientifica in Europa raccomandano di utilizzare un approccio didattico basato sull'indagine (***Inquiry-Based Science Education, IBSE***) per aumentare l'interesse degli studenti e i livelli di successo in ambito scientifico³.
- c) Gli stessi rapporti, lavori⁴ e esperienze in atto in altri Paesi europei⁵ evidenziano quanto sia importante utilizzare una didattica che preveda:
- I- di trattare i temi scientifici inserendoli in un contesto più reale e vicino ai giovani;
 - II- di lavorare sull'argomentazione e sulla reale comprensione della natura della scienza attraverso l'analisi di problemi autentici,
 - III- di trattare gli argomenti in maniera integrata, per favorire l'acquisizione di una visione sistemica,
 - IV- di impostare le attività in aula e in laboratorio secondo un approccio basato sull'*inquiry*, al fine di aumentare l'interesse dei giovani verso la scienza e, al contempo, di permettere loro di acquisire competenze di più alto livello.

Inoltre viene sottolineata la necessità di promuovere una '***alfabetizzazione scientifica per tutti***', e non solo un'educazione scientifica per i futuri scienziati, al fine di incrementare il livello generale della cultura scientifica all'interno della società.

¹ Considerazioni dell'ANISN sulla Riforma della Scuola Secondaria di secondo grado, Giugno 2009

http://www.anisn.it/riforma_scuola_secondaria.php

² Eurydice, 2006. L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa – Politiche e ricerca". Eurydice, la rete di informazione sull'istruzione in Europa, Bruxelles (p. 55).

³ Si vedano:

- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: The Nuffield Foundation, consultabile nel sito : <http://hub.mspnet.org/index.cfm/15065>

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, consultabile nel sito 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

⁴ Si vedano:

- Erduran S. & Jiménez-Aleixandre M. P. (2008). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.

- Basey J.M, Mendelow T.N. & Ramos C.N. (2000). Current trends of community college lab curricula in biology: an analysis of inquiry, technology, and content. *Journal of Biological Education*, 34(2): 80-86.

⁵ A titolo di esempio: Ciencias para el mundo contemporaneo in Spagna, Science for public understanding e Biology in context, nel Regno Unito; i progetti PARSEL, XPLORA, SINUS-TRANSFER, DECIDE, POLLEN; FIBONACCI

- d) Nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 30.12.2006⁶, si evidenzia come tra le competenze chiave per l'apprendimento permanente sia presente quella definita "**competenza di base in scienza e tecnologia**", riferita alla capacità di utilizzare l'insieme delle conoscenze e delle metodologie possedute per spiegare il mondo che ci circonda.
- e) Il programma **OCSE PISA** sottolinea l'importanza delle competenze in ambito scientifico e gli scarsi risultati ottenuti dagli studenti italiani evidenziano quanto ci sia da lavorare in questo senso.
- f) Il **Piano ISS** (Insegnare Scienze Sperimentali), nel quale il Ministero ha investito risorse umane e fondi, si è proposto di promuovere un cambiamento duraturo ed efficace nella didattica delle scienze sperimentali, al fine di sviluppare e diffondere la cultura scientifica fin dai primi anni di scolarità. Questo obiettivo è ritenuto prioritario, tra quelli individuati a Lisbona dai Ministri dell'Istruzione dell'Unione Europea, soprattutto a seguito della situazione di sofferenza nelle scuole italiane in relazione a questo specifico universo di saperi, evidenziata dalle ricerche condotte a livello nazionale e internazionale.
- g) Anche nel nostro Paese il numero degli iscritti alle facoltà scientifiche è diminuito nel corso degli ultimi anni e il Ministero ha investito risorse nel "**Progetto Lauree Scientifiche**" per contrastare questo trend negativo. Esistono lavori scientifici che dimostrano quanto sia importante affrontare lo studio delle scienze in modo adeguato nella fascia di età dell'obbligo scolastico della scuola secondaria per far nascere una propensione verso la scienza. In particolare, si evidenzia l'importanza delle pratiche didattiche indicate al punto c) al fine di aumentare l'interesse per la scienza da parte di un gran numero di studenti, con il probabile aumento del numero di iscritti alle facoltà scientifiche.
- h) Un obiettivo dell'insegnamento delle discipline scientifiche deve essere quello di accostare lo studente alla metodologia scientifico-sperimentale, in laboratorio e sul campo, anche al fine dell'effettiva comprensione della natura della scienza. È opportuno sottolineare come le finalità **non nozionistiche** dell'insegnamento della Biologia, delle Scienze della Terra, della Fisica e della Chimica, così come indicato nei documenti del MIUR e in quelli elaborati a livello europeo e OCSE⁷ sono perseguibili solo attraverso un'intensa attività sperimentale svolta direttamente dagli studenti, non come esecuzione meccanica di una serie di istruzioni, ma come verifica di un'ipotesi elaborata all'interno di un gruppo seguito dall'insegnante. Tale modo di agire, coerente con le indicazioni contenute in letteratura, richiede di non essere assillati dal tempo che scorre, condizione che tanti danni ha già fatto nelle scorse generazioni di studenti, creando eserciti di meri "esecutori" e non menti capaci di pensiero autonomo.

1. L'approccio metodologico e alcune indicazioni dalla ricerca

Secondo l'OCSE, "Gli studenti non possono imparare tutto ciò di cui avranno bisogno in età adulta. Ciò che devono acquisire sono i requisiti per un apprendimento di successo nel futuro."

L'istruzione scientifica dovrebbe, quindi, permettere agli studenti di:

1. acquisire le principali linee di pensiero per: capire gli aspetti del mondo che li circonda, essere in grado di *effettuare scelte e prendere decisioni* che riguardano la loro salute e la loro relazione con l'ambiente;

⁶ Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 30.12.2006 L 394/13, Competenze chiave per l'apprendimento permanente — un Quadro di Riferimento Europeo, consultabile al sito:

<http://www.storiairreer.it/Materiali/Materiali/Europa/11.4competenzechiave18dicembre2006allegatoitaliano.pdf>

⁷ Rapporto del Forum Mondiale della Scienza, *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*. Il documento è rintracciabile nei siti: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>
http://www.oecd.org/searchResult/0,3400,en_2649_34319_1_1_1_1,00.html

2. capire, in modo elementare, ciò che la scienza è, "come funziona", quali sono i suoi punti di forza e i limiti per: rendersi conto che i principi e le teorie avanzate per spiegare i fenomeni sono *temporanei* e riconoscere l'influenza della *pseudo-scienza* spesso veicolata da pubblicità e media;
3. sviluppare la capacità di comunicare esperienze e idee nella scienza per: *esprimere* pensieri e idee, condividerli e difenderli attraverso la discussione e l'*argomentazione*;
4. essere in grado di continuare ad apprendere. Più che l'accumulo di conoscenze teoriche, ciò che è realmente necessario è lo sviluppo di *competenze necessarie per accedere a fonti, selezionare le informazioni pertinenti e dar loro un significato*.

Un approccio metodologico **all'insegnamento ed all'apprendimento delle Scienze** dovrà scaturire:

◆ **dall'analisi delle modalità di apprendimento degli studenti**

◆ **dalla natura della ricerca scientifica**

◆ **da un'attenta riflessione sui contenuti fondamentali da imparare**

Le ricerche condotte per mezzo secolo dimostrano che i bambini possiedono proprie concezioni e ragionamenti dei fenomeni scientifici che possono osservare nel loro ambiente di vita. Hanno, inoltre, messo in luce le difficoltà di apprendimento dovute a misconcezioni e a modalità di ragionamento del senso comune e l'inefficacia dell'insegnamento espositivo tradizionale per il loro superamento. Risulta ormai comprovato, dai risultati di numerosi studi, che per poter insegnare in modo efficace gli insegnanti delle materie scientifiche devono conoscere e tener conto delle misconcezioni e del ragionamento del «senso comune» che i ragazzi hanno di molti fenomeni. Il ruolo dell'insegnante è quindi quello di guidare gli studenti ad individuare le esperienze, le prove e le modalità di ragionamento, che consentano loro di modificare le proprie misconcezioni e costruire scientificamente idee da poter inserire nella propria mappa mentale.

Per poter ottenere tali cambiamenti è necessario che gli alunni partecipino attivamente al proprio apprendimento anche attraverso un *processo di metacognizione*.

Nella ricerca didattica sull'insegnamento delle scienze è ben documentato il contributo positivo delle attività pratiche nell'apprendimento delle scienze: tuttavia, più tali attività risultano aperte, più permettono agli alunni di accrescere le competenze cognitive complesse. Lo sviluppo di un ragionamento scientifico si basa su un insegnamento e su degli apprendimenti che privilegiano il *processo di indagine*.

Alcune ricerche, inoltre, considerano la *capacità di argomentazione*, nell'ambito dei dibattiti socio-scientifici, una valida occasione per apprendimenti concettuali ed epistemologici della disciplina (Sadler e Zeidler 2005).

Un altro dato che emerge è che i giovani non riescono a mettere in relazione ciò che fanno a scuola con la loro vita reale di tutti i giorni, non riescono a comprendere l'utilità e la fruibilità di ciò che imparano e, di conseguenza, sono anche molto critici nei confronti dell'insegnamento delle scienze. I metodi basati sull'investigazione, rispetto ai metodi deduttivi, aumentano l'interesse verso le scienze che molto spesso vengono vissute come "altro" dalla vita reale.

E' stato dimostrato che l'educazione scientifica basata sull' IBSE risulta efficace sia nella scuola primaria che secondaria in quanto aumenta l'interesse e il rendimento degli alunni e, nel contempo, stimola la motivazione degli insegnanti. I metodi investigativi risultano efficaci con tutti gli studenti e sono compatibili con il raggiungimento di livelli di eccellenza. (v. Rapporto Rocard)

Alla luce di quanto affermato si può inferire che un approccio didattico che soddisfa sia la natura della struttura sintattica delle discipline scientifiche sia tutte le raccomandazioni che emergono dai vari studi condotti sull'insegnamento/apprendimento delle scienze è quello investigativo o Inquiry- Based Science Education (**IBSE**). Infatti, valutazioni formulate sui risultati di alcuni monitoraggi, lo indicano come l'approccio che meglio di altri permette lo sviluppo di competenze scientifiche di alto livello. L' IBSE è stato introdotto negli ultimi dieci anni progressivamente in più di 30 paesi nel mondo: per esempio in Cile, in

Colombia, Afghanistan, Estonia, Francia, Senegal, Cina, Cambogia, Australia nella maggior parte dei casi sostenuto dalle Accademie di scienze del Paese.⁸

2. L'insegnamento delle scienze e l'IBSE

2.1 Insegnare ed apprendere le scienze con l'IBSE

L'IBSE (Inquiry⁹-Based Science Education) permette di predisporre un ambiente di apprendimento dove i problemi guidano l'apprendimento. Ciò significa che gli studenti apprendono iniziando ad esaminare una situazione problematica o un problema, legato alla loro realtà, che vanno risolti: il problema deve essere posto, però, in modo tale che, per poterlo risolvere, i ragazzi abbiano necessità di acquisire nuove conoscenze. Inoltre, piuttosto che ricercare una sola risposta corretta, gli studenti sono guidati ad interpretare il problema, raccogliere le informazioni necessarie, identificare possibili soluzioni, valutare le opzioni e presentare le conclusioni.

Il metodo IBSE si basa sulla convinzione che sia importante accertarsi che gli allievi apprendano in modo significativo e che non memorizzino semplicemente contenuti ed informazioni.

Mediante l'IBSE gli studenti:

- tentano di dare un senso al mondo che li circonda - per renderlo prevedibile – cercando modelli e relazioni nelle loro esperienze;
- costruiscono la loro conoscenza riflettendo sulle proprie esperienze;
- in base alle prove che hanno raccolto, sviluppano concetti che consentono loro di comprendere gli aspetti scientifici del mondo circostante attraverso il loro modo di ragionare, la logica e il pensiero critico.

Il metodo IBSE si sviluppa attorno ai seguenti principi:

- *l'esperienza diretta è al centro dell'apprendimento della scienza.*

Gli allievi devono avere un'esperienza diretta con i fenomeni che stanno studiando perché:

- l'esperienza diretta è la chiave alla comprensione dei concetti
- gli allievi acquisiscono una conoscenza del mondo intorno a loro, più semplicistica o più corretta, attraverso le loro esperienze;
- le parole da sole hanno spesso poco potere per cambiare le preconcezioni;

- *gli allievi devono capire e fare propria la domanda o il problema che è il fulcro del loro lavoro.*

Affinchè siano partecipi e attivi nelle indagini scientifiche, gli allievi devono comprendere la domanda o il problema su cui stanno lavorando ed esso deve essere significativo per loro;

- *condurre un'indagine scientifica richiede che gli allievi sviluppino molte competenze.*

Ci sono molte abilità importanti in una indagine scientifica, quali la capacità di osservare, di porre domande, di fare previsioni, di progettare indagini, di analizzare dati e supportare le affermazioni con le evidenze sperimentali. Tra queste numerose abilità, una delle più importanti è la capacità di osservare con attenzione e di saper determinare che cosa è importante da osservare;

- *apprendere la scienza non significa soltanto “sperimentare”, ma anche ragionare, comunicare e scrivere sia per sé che per gli altri.*

Affinchè l'esperienza diretta conduca alla comprensione, gli allievi devono pensare in modo pratico al loro "compito", discutere e dibattere con altri e redigere relazioni scritte delle loro esperienze e dei loro ragionamenti sia di gruppo sia personali;

⁸ *La main à la pâte*: <http://www.inrp.fr/lamap>

⁹ Con il termine “inquiry” si intendono una serie di processi messi in atto dagli studenti in modo intenzionale, come: saper diagnosticare problemi, commentare in modo critico gli esperimenti e individuare soluzioni alternative, saper pianificare un'indagine, formulare congetture, ricercare informazioni, costruire modelli, saper discutere e confrontarsi tra pari, formulare argomentazioni coerenti (secondo Linn, Davis, & Bell, 2004).

l'uso di fonti alternative è complementare all'esperienza diretta.

Gli allievi non possono scoprire tutto ciò che debbono sapere attraverso l'indagine. Le fonti alternative nel metodo IBSE sono al servizio della ricerca degli studenti, ma non possono sostituire l'esperienza diretta.

➤ *la scienza è un'attività di cooperazione.*

La ricerca scientifica è solitamente un'attività di collaborazione. Quando gli allievi lavorano assieme in piccoli gruppi, condividono le idee, discutono e riflettono su che cosa devono fare e su come devono farlo, confrontano le proprie ipotesi, argomentano le proprie posizioni, ecc..

Riassumendo: l'indagine, su cui si basa l'IBSE, è un processo in cui gli studenti, attraverso la sperimentazione e l'osservazione diretta sul materiale, la consultazione di libri, esperti o altre risorse e attraverso la discussione, sviluppano la propria comprensione delle fondamentali idee scientifiche. Tutto questo avviene sotto la direzione dell'insegnante.

Gli studenti sviluppano concetti che consentano di comprendere da soli gli aspetti scientifici del mondo intorno a loro, grazie alla riflessione che fanno, applicando alle informazioni che hanno raccolto un ragionamento logico e critico.

Ciò implica per ognuno:

- la manipolazione diretta di oggetti e strumenti e l'osservazione di eventi;
- l'utilizzo di dati provenienti da altre fonti, come i libri, Internet, insegnanti o gli scienziati;
- fare domande derivanti dalle proprie indagini, fare previsioni, progettare e condurre una ricerca, risolvere i problemi che ne derivano, testare altre idee, tenere conto di nuovi risultati e sviluppare nuove ipotesi;
- collaborare con gli altri, condividere idee, progetti e risultati, far progredire la propria comprensione attraverso il dialogo con gli altri.

2.2 Il ruolo dell'insegnante e le strategie didattiche

Il ruolo principale degli insegnanti nell'IBSE è quello di guidare gli studenti a sviluppare le competenze necessarie per l'investigazione, la ricerca e la comprensione dei concetti scientifici grazie alle attività e al ragionamento. Ciò comporta l'organizzazione del lavoro di gruppo, l'incentivazione all'argomentazione, al dialogo e alla discussione, ma anche rendere disponibili strumenti e fonti di informazioni necessarie per un'esplorazione e una sperimentazione diretta.

Inoltre gli insegnanti devono cercare di rendere gli studenti più indipendenti nel loro apprendimento e ciò implica devono presentare ai propri allievi situazioni che permettano loro di sviluppare una migliore comprensione del mondo che li circonda utilizzando l'approccio investigativo.

Nello specifico si riportano di seguito le principali azioni e strategie didattiche che gli insegnanti debbono mettere in atto per poter implementare in modo corretto l'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 allievi devono lavorare ed imparare assieme, tutti devono sentirsi a loro agio ed avere l'opportunità di contribuire a tutti gli aspetti 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 nel metodo 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 già acquisite dagli studenti.*

Gli studenti generalmente hanno molte concezioni sui fenomeni che sperimentano nella vita quotidiana. Spesso queste concezioni sono incomplete o contrarie alle spiegazioni scientifiche del fenomeno in questione (misconcezioni). Gli insegnanti devono prendere in considerazione queste idee e adattare 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 gli 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 con l'intera classe.

✓ *Guidare gli studenti nel redigere una 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 a flusso, grafici, cartelloni... Gli studenti tengono un quaderno di scienze, producono documenti scritti per le presentazioni e per preparare relazioni. Gli insegnanti, leggendo il lavoro degli studenti, possono verificare e valutare il loro sviluppo e la natura del loro pensiero.

✓ *Guidare gli studenti nella progettazione di un'indagine scientifica.*

Apprendere a progettare un'indagine è una parte importante della natura della scienza. 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 un'indagine sperimentale, la fase successiva consiste nel discutere come misurare i parametri, uno per volta, impiegando la strumentazione a disposizione. Se l'indagine 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 dell'indagine e trarne valide conclusioni sono aspetti essenziali per gli studenti al fine di acquisire una conoscenza affidabile e significativa dalle loro indagini. Tale processo avviene a livello di classe alla fine di ogni indagine ed alla fine di una parte o dell'intero modulo.

✓ *Guidare gli studenti nel confrontare i risultati ottenuti con il paradigma scientifico.*

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

2.3 Alcune misconcezioni sull'IBSE

La mancanza di una formazione adeguata degli insegnanti, di uno studio profondo, di un accompagnamento e della creazione di una comunità di pari che permettono l'appropriazione progressiva dell'IBSE porta di frequente alle seguenti misconcezioni:

- Tutto l'insegnamento delle scienze a scuola deve avvenire attraverso l'IBSE .
L'applicazione dei metodi investigativi non esclude l'utilizzo dei tradizionali metodi deduttivi, anzi *l'integrazione dei due diversi approcci nell'insegnamento delle scienze può soddisfare i diversi stili cognitivi e di apprendimento degli studenti.*
- L'IBSE è l'applicazione del metodo scientifico (*inteso come una sequenza lineare di fasi*)
- L'IBSE richiede che gli allievi generino e investighino solo sulle loro domande.
- L'IBSE può avvenire senza attenzione alla scelta accurata dei concetti scientifici.
- L'IBSE può essere realizzata facilmente a scuola, basta disporre di percorsi con descrizione di attività pratiche e kits

- l'interesse dell'allievo è generato dalle attività pratiche, sono esse che assicurano che si sta realizzando una didattica basata sull'IBSE.
- l'IBSE è troppo difficile da realizzare nell'aula

2.4 L'IBSE e l'integrazione delle scienze

Si riprendono, in questo paragrafo, considerazioni più generali sull'IBSE al fine di interrogarsi su proiezioni prospettiche correlate all'attuale riordino dei cicli nella scuola secondaria superiore ed in stretta connessione anche con quanto nello specifico metodologico si afferma nelle Linee guida per l'istruzione tecnica in riferimento all'insegnamento delle *scienze integrate* *“Sul piano curriculare, l'insegnamento delle scienze integrate intende ricondurre il processo dell'apprendimento verso lo studio della complessità del mondo naturale, ricomponendo e tematizzando i saperi che solo per facilità di studio, quando necessario, possono essere affrontati separatamente. Le scienze della terra, la fisica, la chimica e la biologia fanno parte degli strumenti che la cultura ha sviluppato per conoscere, comprendere, speculare e utilizzare. L'osservazione dei fenomeni, la proposta di ipotesi e la verifica sperimentale della loro attendibilità, permettono agli studenti di valutare la propria creatività, di apprezzare le proprie capacità operative e di sentire più vicini i temi proposti.”* A livello più squisitamente metodologico si sottolinea, nello stesso documento che *“Per ottenere una reale competenza scientifica, gli studenti hanno bisogno ridisporre dello spazio di tempo necessario per costruire il proprio bagaglio intellettuale attraverso domande, scambio di idee con altri studenti, esperienze in laboratorio e problemi da risolvere. Tale approccio, mentre può risultare particolarmente motivante per gli allievi, riserva un ruolo fondamentale all'insegnante, che seleziona e adatta i contenuti e le strategie didattiche ai fabbisogni degli allievi in base al tempo disponibile. Va da sé, che la qualità dell'atto educativo non si misura con la larghezza del curricolo proposto ma con la profondità dei concetti affrontati e anche gli errori commessi dagli studenti durante il processo d'apprendimento forniscono preziose informazioni per la scelta di ulteriori e/o diversificati interventi didattici, finalizzati anche all'attività di sostegno e di recupero”*¹⁰

La coerenza di tali indicazioni con l'impianto cognitivo e strutturale dell'IBSE descritto in questo documento è palese, pertanto si ritiene opportuno operare alcune riflessioni specifiche.

E' stato ampiamente ribadito in questo documento che per aumentare l'interesse e la motivazione degli studenti nei confronti delle scienze, è opportuno quindi trattare tematiche scientifiche collegate al contesto nel quale i giovani sono immersi. In questo modo essi potranno percepire più facilmente la rilevanza che la scienza ha per loro stessi e per la società in generale^{11 12}. Un'impostazione della didattica basata sulle scienze in contesto richiede obbligatoriamente di partire da problemi reali o riferibili alla realtà, i quali sono spesso complessi e, pertanto, hanno bisogno di un approccio che integri i vari saperi disciplinari. Del resto si ritiene che è solamente con un approccio integrato che si può riuscire a favorire l'acquisizione di quella visione sistemica che è spesso elencata tra gli obiettivi dell'educazione scientifica, ma che è raramente perseguita nella pratica d'aula.

Alla luce di quanto viene anche ribadito, ancora nelle Linee Guida per gli Istituti Tecnici, la finalità dell'insegnamento delle *Scienze Integrate* nel biennio della scuola secondaria di secondo grado ha l'obiettivo di facilitare lo studente nell'esplorazione del mondo circostante, per osservare i fenomeni e comprendere il valore della conoscenza del mondo naturale e di quello delle attività umane come parte integrante della sua formazione globale. Si tratta di un campo ampio e importante per l'acquisizione di metodi, concetti, atteggiamenti indispensabili ad interrogarsi, osservare e comprendere il mondo e a misurarsi con l'idea di molteplicità, problematiche e trasformabilità del reale. Per questo l'apprendimento centrato sull'esperienza e l'attività di laboratorio assumono particolare rilievo. L'adozione di strategie

¹⁰ Istituti Tecnici “Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento” Aspetti trasversali pgf.2.2

¹¹ OECD, *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. Paris, OECD Publications, 2008.

¹² 9 J. Holbrook, *Introduction to the Special Issue of Science Education International Devoted to PARSEL* in «Science Education International», 19 (2008), pp. 257-266.

d'indagine, di procedure sperimentali e di linguaggi specifici costituisce la base di applicazione del metodo scientifico che – al di là degli ambiti che lo implicano necessariamente come protocollo operativo – ha il fine anche di valutare l'impatto sulla realtà concreta di applicazioni tecnologiche specifiche.

L'apprendimento dei saperi e delle competenze avviene per ipotesi e verifiche sperimentali, raccolta di dati, valutazione della loro pertinenza ad un dato ambito, formulazione di congetture in base ad essi, costruzioni di modelli; favorisce la capacità di analizzare fenomeni complessi nelle loro componenti fisiche, chimiche e biologiche.

Sono state espresse riflessioni anche a cura di soci¹³ dell'ANISN (www.anisn.it) anche in seno a specifici gruppi di lavoro che offrono una possibile visione complessiva e spunti fertili. Alcune di queste sono di seguito riportate.

Lo studio delle scienze integrate concorre a potenziare la capacità dello studente di operare scelte consapevoli ed autonome nei molteplici contesti, individuali e collettivi, della vita reale.

Lo studio di *Scienze della Terra* ha come fine la conoscenza e la comprensione degli aspetti geologici e geofisici che riflettono direttamente sulla vita dell'uomo, oltre alla corretta individuazione dei nessi tra modo abiotico e biotico. In sostanza, con questo insegnamento ci si propone di fornire ai giovani alcuni strumenti per una corretta interpretazione della realtà dei viventi e del contesto fisico-chimico ambientale di cui l'uomo stesso è parte integrante.

Lo studio della *Biologia* ha come fine la comprensione dei capisaldi concettuali ed epistemologici quali: il concetto di specie, di popolazione, di programma genetico, di fecondazione ecc. sulla base del "filo conduttore evolutivo". A ciò si deve aggiungere la conoscenza delle interrelazioni tra organismi viventi e tra viventi ed ambiente. Infatti è indispensabile che i giovani acquisiscano la consapevolezza di dover conservare integri gli equilibri naturali e il concetto della lunghezza del tempo necessario a ristabilirli.

L'apprendimento della *Chimica* e della *Fisica* deve essere correlato allo studio delle altre discipline. Le conoscenze fisiche e chimiche appaiono sempre più complesse e variegate, tanto da non potere essere presentate, in un biennio, a studenti di tredici e quattordici anni, nella loro complessità e interezza. Le conoscenze ritenute indispensabili di chimica e fisica sono moltissime e non sempre accessibili a ragazzi di un biennio, pertanto occorre puntare, non nel far acquisire una serie di nozioni, ma nell'accostare lo studente alla metodologia scientifico-sperimentale e nel saper collegare i contenuti delle diverse discipline scientifiche.

Le competenze delle Scienze Integrate concorrono a potenziare la capacità dello studente di operare scelte consapevoli ed autonome nei molteplici contesti, individuali e collettivi, della vita reale.

È molto importante fornire strumenti per far acquisire una visione critica sulle proposte che vengono dalla comunità scientifica e tecnologica, in merito alla soluzione di problemi che riguardano ambiti codificati (fisico, chimico, biologico) e aree di conoscenza al confine tra le discipline anche diversi da quelli su cui si è avuto conoscenza/esperienza diretta nel percorso scolastico e, in particolare, relativi ai problemi della salvaguardia della biosfera.

Obiettivo importante è, infine, rendere gli alunni consapevoli dei legami tra scienza e tecnologie, della loro correlazione con il contesto culturale e sociale con modelli di sviluppo e con la salvaguardia dell'ambiente, nonché della corrispondenza della tecnologia a problemi concreti con soluzioni appropriate.

2.4 Alcuni punti di attenzione sull'implementazione dell'IBSE

Studi svolti in diversi paesi segnalano le difficoltà riscontrate dagli alunni nel «collegare» tra loro esperienze e teoria: infatti, spesso nelle attività sperimentali la realizzazione di manipolazioni e di misurazioni occupa una parte importante del loro tempo (Niedderer et al. 2002) e *possono trasformarsi in attività di routine, a scapito della riflessione teorica e della riflessione sull'esperienza* (Hucke e Fischer 2002). Inoltre, le ricerche riportate nel Rapporto Eurydice-2006 sull'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa evidenziano che le attività sperimentali svolgono un ruolo prioritario nell'apprendimento delle scienze solo se *non sono*

¹³ Pirrami Franco (2010). Apprendimento basato su problemi e inquiry, per una educazione scientifica contestualizzata, integrata e per tutti. In Santoro G. & Menabue L. (Eds.), *New Trends in Science and Technology Education: Selected Papers* (pp. 283-292), Bologna: CLUEB

svolte in forme stereotipate, cioè non devono essere utilizzate in una prospettiva di illustrazione dei concetti, di verifica di una legge, o di un procedimento induttivista: del tipo, esperimento, osservazioni, misurazioni e conclusioni.

Per cercare di evitare tali effetti sugli studenti si suggerisce di:

- fornire un'immagine più ricca e varia dei procedimenti scientifici: formulazione, riformulazione di una domanda, di un problema, formulazione di ipotesi, pianificazione di esperimenti, miglioramento di un protocollo, controllo dei fattori, raccolta e trattamento dei dati, interpretazione dei dati, uso di simulazioni, dibattiti, ecc.;
- offrire maggiore autonomia agli alunni, proponendo loro compiti più aperti al fine di poter sviluppare competenze di sempre più alto livello;
- proporre agli alunni una progressione nelle procedure di investigazione, partendo da esperimenti di verifica e procedure pre-strutturate, muovendosi verso forme più autentiche di investigazione, guidata (per esempio, la questione viene proposta agli alunni) o aperta (gli alunni formulano le domande).

2.5. L'IBSE e la valutazione^{14 15}

C'è un comprensibile interesse nel voler risposte a domande sull'effetto di una educazione basata sull'inquiry per quanto riguarda il successo degli allievi anche in relazione alla creazione di impianti programmatici di diffusione dell'IBSE in un paese. C'è un ampio dibattito tra gli esperti dell'IBSE nel mondo con specifici gruppi di lavoro anche in seno al gruppo sull'Educazione dello IAP – Inter Academy Panel. L'orientamento condiviso è che si ritiene che si debbano mettere a punto strumenti idonei ma è in primo luogo importante accertarsi che effettivamente gli studenti e quindi gli insegnanti stiano conducendo una educazione basata sull'inquiry. Siccome, come è stato ribadito più volte, sono necessari cambiamenti considerevoli nell'insegnamento basato sull'inquiry, fino a che questi non siano stati acquisiti, qualunque valutazione basata sui risultati dell'allievo probabilmente fornisce dati ingannevoli circa l'effetto dell'inquiry. E' quindi ben più opportuno, specie nella fase di introduzione dell'IBSE dirigere la valutazione ai processi d'aula ed usarla per migliorare l'apprendimento con l'inquiry. Nello stesso modo la valutazione delle idee e delle abilità degli allievi va usata e intesa come feedback nell'insegnamento per aiutare l'apprendimento. Questo uso formativo della valutazione è una parte essenziale nell'insegnamento basato sull'inquiry. Le informazioni sull'apprendimento degli allievi sono raccolte dall'osservazione da parte degli insegnanti, dal fare domande da parte degli allievi e dallo studio dei prodotti del lavoro degli allievi come componente normale delle interazioni.

Ad ogni modo qualunque riflessione sullo sviluppo di strumenti e sistemi di valutazione dovrà ovviamente essere congruente con l'oggetto di verifica, che deve essere misurato, e quindi vanno scelti anche in base a questo. Risulta, quindi, fondamentale definire con chiarezza e in modo non ambiguo ogni volta l'oggetto di verifica, per poter stabilire: modalità e strumenti di verifica, criteri di valutazione (indicatori e descrittori)

Volendo riflettere ulteriormente sulla valutazione dell'IBSE, di seguito vengono riportati alcuni possibili spunti. Per esempio riprendendo per quanto riguarda i criteri di valutazione la definizione di conoscenze, abilità e competenze riportata dal Quadro Europeo delle Qualifiche:

- CONOSCENZE : assimilazione di informazioni teoriche e pratiche (fatti, principi, teorie e pratiche) relative ad un settore;
- ABILITA': applicare le conoscenze e usare il know how necessario per portare a termine

¹⁴

Harlen W. & Allende J. E. (2006). *Rapport du Groupe de travail sur la Collaboration Internationale pour L'Évaluation des Programmes D'Enseignement Scientifique Fondés sur L'Investigation (ESFI)*. Santiago del Chile: GraficAndes®
<http://www.interacademies.net/CMS/Programmes/3123.aspx>

¹⁵ Silvia Zanetti (2010). *"Teacher Professional Development"* per l'innovazione nell'educazione scientifica. Tesi di dottorato di ricerca in Scienze della Cognizione e della Formazione, Università Ca' Foscari, Venezia.

compiti e risolvere problemi. Sono cognitive (uso del pensiero logico, intuitivo e creativo) e pratiche (abilità manuale, uso di metodi, di materiali, di strumenti).

- **COMPETENZE** : comprovata capacità di usare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali, metodologiche in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e personale. Sono descritte in termini di responsabilità ed autonomia.

Gli strumenti e le modalità utilizzati per verificare l'acquisizione di *conoscenze* possono essere vari: gli strumenti possono essere saggi brevi, test, esposizione orale, mentre le modalità possono consistere in risoluzione di problemi, attività operative, esposizioni, ecc. Gli indicatori di riferimento potrebbero essere: la correttezza degli enunciati, la capacità di individuare e porre relazioni, l'uso corretto del linguaggio, ecc.

Per verificare l'acquisizione di *abilità* il dominio di modalità e strumenti di verifica si riduce, poiché è necessario osservare lo studente nel compimento di una prestazione che prevede l'utilizzo delle conoscenze apprese per risolvere un compito o un problema, al fine di capire quali processi cognitivi ((uso del pensiero logico, intuitivo e creativo) o quali procedure abbia messo in atto. Inoltre, per poter manifestare le proprie abilità lo studente ha bisogno di essere posto in una situazione, simile a quelle dove ha già operato ma non troppo guidata, dove poter operare in modo autonomo. Quindi, per prima cosa, la modalità di verifica consisterà nella richiesta o di portare a termine un compito o di risolvere un problema, per permettere allo studente di mettere in atto le sue abilità. In questa situazione, sicuramente sono da scartare strumenti di verifica tipo test, mentre sono da favorire le attività pratiche, la stesura di protocolli o di relazioni da parte degli studenti, l'utilizzo di schede guida per la riflessione sul proprio operato, ecc. Gli indicatori di riferimento potrebbero essere: la scelta e l'applicazione delle procedure da mettere in atto per l'assoluzione del compito, i processi logici utilizzati, l'intuizione e la creatività, saper diagnosticare un problema, abilità operativo-manuali, metacognizione. Ma anche indicatori riferibili alla verifica dell'acquisizione delle conoscenze.

Per verificare lo sviluppo di *competenze*, lo studente ha bisogno di essere posto in una situazione dove possa manifestare, in termini di *responsabilità* ed *autonomia*, la sua *comprovata* capacità di usare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali, metodologiche in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e personale. Quindi la modalità di verifica deve permettere allo studente, oltre di poter utilizzare le proprie conoscenze e abilità in vari nuovi contesti (*trasfer*), di effettuare delle scelte e di prendere delle decisioni in modo autonomo, non solo, ma anche di sostenere con valide argomentazioni le proprie idee o posizioni.

Quali strumenti di verifica permettono una siffatta autonomia e libertà d'agire da parte dello studente?

Uno strumento molto utile è il cosiddetto "*quaderno delle esperienze*" dove sono raccolte le relazioni e le riflessioni dell'alunno relative alle indagini condotte in gruppo e singolarmente; tale strumento permette di poter verificare e valutare non solo il prodotto dell'apprendimento, ma anche e soprattutto il processo seguito.

Un'altra modalità potrebbe essere quella di porre un problema aperto da risolvere anche mediante attività di sperimentazione o di proporre un'analisi critica di un'indagine condotta da uno scienziato del passato (transfer non solo nello spazio ma anche nel tempo).

Per studenti della scuola superiore di secondo grado risulta molto valido lo "*studio di caso*" e l'"*incident*", nei quali si richiede allo studente di prendere una posizione davanti a delle situazioni complesse e problematiche, di sostenere e giustificare tali posizioni con valide (perché sostenute da fatti) argomentazioni.

Un esempio di "*studio di caso*" o l'"*incident*" potrebbe riguardare una disputa emersa nei media rispetto all'uso degli OGM o all'installazione degli inceneritori o alla validità di alcune diete alimentari, ecc.

Per poter valutare conoscenze, abilità e competenze risulta necessario individuare degli *indicatori* di valutazione un po' più specifici e che facciano riferimento agli standard di competenze previsti in relazione al livello scolastico. Sarebbe complicato in questa sede formulare tali standard, l'importante è ricordare che tra gli obiettivi dell'educazione scientifica risulta determinante anche l'acquisizione, da parte degli studenti, del *metodo investigativo o d'indagine* e, di conseguenza, molte competenze dovranno riferirsi a tale ambito.

Nei documenti del *National Science Education Standards* (1996)¹⁶ si riporta: *“Gli studenti, a tutti i livelli di qualità e in ogni campo della scienza devono avere la possibilità di utilizzare l'indagine scientifica e sviluppare la capacità di pensare e di agire in modi connessi con inchiesta, tra cui porre domande, la pianificazione e lo svolgimento di indagini, utilizzando tecniche e strumenti adeguati per raccogliere dati, il pensiero critico e logicamente sulle relazioni tra le prove e le spiegazioni, la costruzione e l'analisi di spiegazioni alternative, e di comunicare argomenti scientifici. Una componente fondamentale del successo dell'indagine scientifica nei livelli scolastici 9-12 considera che gli studenti debbano riflettere sui concetti che guidano l'indagine. Altrettanto importante è la prima costituzione di un'adeguata base di conoscenze per sostenere l'inchiesta e il contribuire a sviluppare le spiegazioni scientifiche.”*

Sempre nei documenti del *National Science Education Standards* troviamo, come esempio per la verifica e valutazione dell'*inquiry*, l'articolazione in descrittori dell'indicatore “Abilità necessarie per fare indagine scientifica”, che si riporta di seguito.

Abilità necessarie per fare indagine scientifica:

- *individuazione domande e concetti che guidano le indagini scientifiche*
- *progettazione e conduzione di indagini scientifiche*
- *uso di tecnologie e della matematica per migliorare le indagini e la comunicazione*
- *elaborazione e modifica delle spiegazioni scientifiche e dei modelli logici ed evidenti utilizzati*
- *riconoscere ed analizzare spiegazioni e modelli alternativi*
- *comunicare e difendere un argomento scientifico.*

2.6. Alcune raccomandazioni

L'educazione basata sull'*inquiry* richiede capacità di insegnamento e di relazione in aula che variano considerevolmente da quelli associate con l'insegnamento tradizionale. Ciò che si sostiene con ampie argomentazioni nella relazione IA P del gruppo di lavoro su Science Education (2009) è rilevante per ogni apprendimento:

"Gli obiettivi della formazione moderna e della educazione basata sull'*inquiry*, richiedono specificatamente agli studenti di diventare più “learner” indipendenti. Questo significa che gli insegnanti devono sviluppare nuove relazioni con gli studenti e devono consentire agli studenti di sviluppare le proprie idee ”.

La maggior parte dei insegnanti impiegheranno un tempo considerevole per appropriarsi dell'approccio IBSE ad un sufficiente grado di profondità. Questo richiede anche cambiamenti nella concezione e visione dell'apprendimento sia da parte delle strutture amministrative dell'educazione che dell'intera comunità scolastica (dirigenti, colleghi, alunni, genitori). L'intima trasformazione che impone l'IBSE richiederà tempi diversi, certamente estesi su un arco pluriennale, essi possono variare in modo anche significativo a seconda dei contesti nei quali verrà introdotta sia in termini di livello scolare che di storia contestuale a livello di docente, istituto, contesto locale. , sia per l'architettura organizzativa di formazione, sostegno e accompagnamento che verrà costruita e mantenuta con continuità.

3. La diffusione dell'IBSE in Italia con il Progetto Fibonacci

3.1 Che cos'è il Progetto Fibonacci

Il Progetto Fibonacci, finanziato nell'ambito del Settimo Programma Quadro dell'Unione Europea, si pone come finalità di contribuire alla diffusione nell'Unione Europea del metodo di Insegnamento della Matematica e delle Scienze basato sull'Indagine (IBSE), con modalità che si adattino alle specificità nazionali o locali. Il Progetto, iniziato l'1 Gennaio 2010 e della durata di 3 anni, viene coordinato dal programma francese *La main à la pâte* (Académie des Sciences, Institut National de Recherche Pédagogique, École Normale Supérieure – quest'ultima è l'Istituzione legalmente responsabile di Fibonacci); mentre il coordinamento scientifico è condiviso con l'Università di Bayreuth (Germania).

¹⁶ National Science Foundation (NSF)-USA http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=22

Il Progetto prevede la diffusione da 12 Centri di Riferimento (RC) a 24 Centri Gemelli (TC: Twin Centres), sulla base di un approccio globale e di qualità. La disseminazione avverrà grazie all'abbinamento dei RC, selezionati sia per la loro copertura estesa sulle scuole che per la loro capacità di trasferimento dell'approccio IBSE, con 12 Twin Centres 1 e 12 Twin Centres 2, che sono da considerare RC in formazione. Quindi il fine ultimo è quello di tradurre il Progetto Fibonacci in un modello per il trasferimento di una organizzazione metodologica che consenta di formare altri RC in Europa.

La supervisione del Progetto è affidata ad un comitato scientifico costituito da esperti riconosciuti di didattica delle Scienze e della Matematica.

E' prevista anche una valutazione esterna per verificare il raggiungimento degli obiettivi e l'impatto del Progetto. Educonsult (Belgio) è il responsabile della valutazione formativa nel corso della durata del progetto e di una valutazione sommativa dei risultati ottenuti. Tale valutazione descriverà sia i risultati concreti e l'impatto del progetto sui diversi attori, partner e strutture, che la loro sostenibilità.

Il Consorzio comprende 25 membri da 21 paesi con l'approvazione o il patrocinio da parte delle grandi Istituzioni scientifiche come le Accademie delle Scienze.

Come partner italiano è stato scelto l' ANISN Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali, in gemellaggio con l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, che ha il compito di costituire un Twin Centre 2 con sede a Napoli.

Sono considerati quali elementi strutturali di base tre *pilastri* e nove *modelli fondamentali*:

pilastro I. *La didattica della Matematica e delle Scienze basata sull'investigazione e la ricerca (IBSE) per l'alfabetizzazione scientifica;*

pilastro II. *Iniziative locali per l'innovazione e la sostenibilità del Progetto;*

pilastro III. *Il gemellaggio come strategia per la diffusione dell'IBSE.*

I *modelli fondamentali* di Fibonacci, che i partner coinvolti nel Progetto utilizzeranno quali elementi di riferimento per ottenere un cambiamento nella didattica e per l'apprendimento attraverso IBSE, prevedono:

- *Sviluppare una cultura basata su problemi.*
- *Lavorare scientificamente.*
- *Imparare dagli errori.*
- *Garantire le conoscenze di base.*
- *Apprendere in modo cumulativo (v. teoria Robert M. Gagné).*
- *Affrontare sia lo specifico disciplinare che adottare approcci interdisciplinari.*
- *Promuovere la partecipazione delle ragazze e dei ragazzi.*
- *Promuovere la cooperazione tra studenti.*
- *Apprendere autonomamente.*

Il sito web del Progetto Fibonacci, www.fibonacci-project.eu, fornisce informazioni, risorse e strumenti per il Progetto. Tutti i documenti sono liberamente accessibili e disponibili in lingua inglese nella sezione Resources (Risorse). Alcuni documenti saranno anche disponibili sulla piattaforma europea multilingue Scientix per la comunità dell'educazione scientifica (<http://scientix.eu>).

3.2 I Centri di Riferimento, i Twin Centres e il gemellaggio come strategia per la diffusione dell'IBSE

La strategia di diffusione del Progetto Fibonacci si basa su una rete di 12 RC in tutta Europa, tutti dotati di una riconosciuta competenza nella realizzazione ed attuazione dell'IBMSE a livello locale o nazionale.

La qualifica di Centro di Riferimento è riconosciuta in base a:

- esperienza nell'attuazione di un approccio IBSE sistemico a livello locale;
- attuazione dell'IBSE nelle classi;
- disponibilità dei materiali didattici nelle scuole;

- unità di apprendimento basate sull'IBSE;
- apprendimento tra pari e sviluppo professionale dei docenti;
- coinvolgimento della Comunità Scientifica;
- coinvolgimento delle autorità istituzionali nel campo dell'Istruzione;
- coinvolgimento di soggetti non istituzionali (genitori, municipalità).

Ciascun RC è costituito da un coordinatore locale ed un nucleo di esperti e formatori di insegnanti.

Le iniziative locali e regionali, infatti, sono particolarmente adatte per riformare l'educazione scientifica in Europa:

- le dimensioni ridotte aumentano il potenziale di innovazione grazie alla grande concentrazione di attori e la migliore integrazione nelle politiche locali;
- il coinvolgimento progressivo dell'intera comunità locale in uno sforzo congiunto consente la capitalizzazione delle risorse provenienti dai diversi soggetti all'interno e all'esterno del sistema di istruzione formale;
- i sistemi e gli strumenti possono essere messi alla prova prima della loro replicazione su vasta scala.

La diffusione dell'innovazione non avviene né dall'alto né dal basso, ma piuttosto mediante il trasferimento di pratiche semi-formalizzate e di esperienze che hanno raggiunto un soddisfacente livello di riconoscimento, di competenza e di sostenibilità su scala locale. Quindi:

- devono essere compiuti particolari sforzi per privilegiare l'applicazione delle strategie di successo suggerite dai RC;
- le chiavi per il successo di un'ampia diffusione sono i gemellaggi e l'apprendimento tra pari mediante visite, tutoring, condivisione delle risorse e strategie di trasferimento;
- è importante concentrarsi sia sulla strategia attuativa che sul contenuto pedagogico.

Il Progetto prevede, infatti, che ciascun Centro di Riferimento formi e accompagni (gemellaggio e tutoraggio) due tipi di TC:

- i TC1, membri del consorzio e primi beneficiari del gemellaggio;
- i TC2, identificati dall'inizio del Progetto, ne costituiranno la seconda linea di diffusione.

Tutti i Centri (RC, TC1 e TC2) simultaneamente, devono applicare l'IBSE in un significativo numero di classi (per un minimo totale di 660 ogni anno) fornendo materiale scientifico, favorendo lo sviluppo professionale dei docenti ed attuando monitoraggio e valutazione.

Nel Progetto, secondo la loro competenza IBSE, sono stati individuati tre livelli di TC. Oltre TC1 e TC2, 24 TC3 diventeranno membri durante l'ultimo anno del progetto, portando così ad un totale di 60 il numero delle Istituzioni coinvolte in tutta Europa, saranno così coinvolti anche circa 3000 insegnanti e 50000 studenti.

3.3 Le principali tematiche affrontate

Il lavoro comune tra i partner è strutturato su 5 principali tematiche:

1. Approfondimento delle specificità della ricerca scientifica in matematica (coordinato dall'Università di Bayreuth).
2. Approfondimento delle specificità della ricerca scientifica in scienze naturali (coordinato da *La main à la pâte*).
3. Attuazione ed espansione di un Centro di Riferimento (coordinato dalla Libera Università di Berlino).
4. Approcci interdisciplinari (coordinato dall'Università di Leicester).
5. Utilizzare l'ambiente esterno della scuola (coordinato dall'Università di Helsinki).

Ogni gruppo di studio organizzerà seminari e sessioni di formazione europee e produrrà un libretto con le linee guida per proporre ed attuare su ciascun argomento un approccio comune a livello europeo.

Il quadro delle iniziative del Progetto prevede due conferenze europee, aperte anche a partecipanti esterni:

- *Raising awareness about IBSE in new countries* (Sensibilizzare nuovi paesi all'IBSE) – Bayreuth, Germania (21–22 Settembre 2010). Questa conferenza iniziale mirava in particolare a sollevare una consapevolezza complessiva in merito alle finalità del Progetto.
- *Bridging the gap between scientific education research and practice* (Colmare il divario tra la ricerca e la pratica nella ricerca didattica in educazione scientifica)- Leicester, UK (26-27 Aprile 2012). Questa conferenza riunirà ricercatori e professionisti in materia di educazione scientifica.