

# L'apprendimento della chimica: per un futuro migliore del presente

Laura Ricco, Maria Maddalena Carnasciali, Aldo Borsese

e

Marina Alloisio, Cristina Artini, Anna Maria Cardinale, Irene Parrachino

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Dodecaneso, 31 – 16146 Genova  
marilena@chimica.unige.it

## Summary

The life-long learning of scientific subjects, chemistry in particular, is deeply in crisis, not only in Italy, but in all over Europe. At the light of this evidence, the scientific community feels the need of finding out the motivations that caused the rejection and the demonization of chemistry not only by adult people but also by young people, that is more alarming. The paper is a discussion about the most significant results of the project 'Chemistry Is All Around Us', funded by the European Commission, with the partnership of six Countries that worked with the common objective of finding a concrete solution to crisis of scientific disciplines.

## Riassunto

Numerosi studi condotti in Italia e in Europa mostrano che l'apprendimento delle materie scientifiche e, in particolare, della chimica, è un problema ancora in attesa di soluzione. A questo proposito, la comunità scientifica ritiene indispensabile individuarne le motivazioni. Questo contributo presenta i risultati più significativi del progetto 'Chemistry Is All Around Us', finanziato dalla Commissione Europea, a cui hanno partecipato 6 Paesi con il comune obiettivo di trovare una soluzione concreta che consenta un apprendimento più efficace delle discipline scientifiche.

## Il progetto

“Chemistry Is All Around Us” (CIAAU) è un progetto finanziato dalla Comunità Europea nell'ambito del programma “Support for European Cooperation in Education and Training Transversal Programme KA1: Policy Cooperation and Innovation”, recentemente concluso [1]. E' nato sulla base di una necessità sentita in molti Paesi Europei: migliorare la diffusione della cultura scientifica, oggi decisamente scarsa. Al progetto hanno partecipato sei paesi (Italia, Bulgaria, Germania, Grecia, Repubblica Ceca, Turchia) con il comune obiettivo di identificare e eliminare i fattori che compromettono l'apprendimento delle discipline scientifiche e, in particolare, della chimica, sia da parte degli studenti, sia, più in generale, da parte dei cittadini, in un'ottica di educazione permanente (*Lifelong Learning*).

Ogni Paese partner ha realizzato un'ampia e documentata raccolta di informazioni allo scopo di:

- analizzare l'offerta formativa del proprio Paese per ogni età e livello;
- analizzare la risposta a tale offerta da parte di studenti e adulti;
- identificare i motivi che più allontanano dalle discipline scientifiche, specialmente quando si tratta di chimica;
- verificare se e che cosa viene fatto per promuovere l'immagine delle discipline scientifiche e l'interesse per un maggiore apprendimento da parte della popolazione;
- stabilire una strategia concreta che, tenendo strettamente conto delle informazioni raccolte e analizzate, sia in grado di intraprendere azioni efficaci e mirate a realizzare un apprendimento efficace e duraturo della chimica.

Nei paragrafi che seguono vengono dapprima riassunti i dati disponibili per l'Italia in relazione alle competenze scientifiche, all'offerta formativa per l'educazione degli adulti, alle iniziative intraprese per accrescere la qualità dell'insegnamento scientifico e a quelle per migliorare l'immagine delle scienze, per poi passare ad uno studio del caso effettuato per individuare gli ostacoli che si frappongono a un apprendimento significativo della chimica. Al termine si riassume la strategia proposta alla Commissione Europea, frutto di un'ampia discussione che ha coinvolto tutti i partecipanti al progetto.

## **Le competenze degli italiani**

Negli ultimi quindici anni l'Italia ha partecipato a numerose indagini internazionali dedicate a valutare le competenze scientifiche e letterarie delle popolazioni.

Tra le più recenti, è importante citare l'indagine promossa dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE-PISA 2006) [2] per accertare le competenze dei quindicenni scolarizzati, nelle aree della comprensione della lettura, della matematica e delle scienze. Facendo riferimento, in particolare, alle scienze, il punteggio medio ottenuto dagli studenti italiani è decisamente basso (l'Italia si è qualificata al 36° posto tra tutti i Paesi partecipanti), e mostra una netta differenza tra gli studenti delle scuole professionali e quelli dei licei. Questi ultimi hanno infatti totalizzato un punteggio più alto.

Anche l'indagine ALL (Adult Literacy and Life Skills - Competenze alfabetiche funzionali e abilità per la vita) [3], rivolta ad una popolazione d'età compresa tra i 16 e i 65 anni e i cui risultati sono stati pubblicati nel 2005, colloca l'Italia in una posizione preoccupante. I dati raccolti mostrano che 30 milioni di persone non hanno un'educazione superiore e che oltre il 40% della popolazione è a rischio di analfabetismo; inoltre, viene rilevato che il 21,9% dei giovani tra i 18 e i 24 anni ha completato il minimo legale di studi richiesti e che solo il 6,2% di adulti partecipa a corsi di formazione (la media europea è 9.9%).

Questi risultati dimostrano che, per valutare la significatività degli interventi correttivi e migliorare l'offerta formativa (non solo quella scolastica), sarebbe necessario un monitoraggio costante e approfondito delle competenze degli italiani di ogni età. Sfortunatamente non esiste un'organizzazione che effettui tali indagini a livello nazionale e gli ultimi dati realmente significativi risalgono proprio all'indagine ALL.

Infatti, sebbene l'INVALSI (Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione) comprenda l'Osservatorio Nazionale per l'Educazione degli Adulti (ONEDA), nato nel 2000 con l'obiettivo di sperimentare modalità di monitoraggio e valutazione di attività nell'ambito dell'educazione degli adulti, i dati a cui è possibile accedere appaiono troppo frammentari per poter rappresentare un aggiornamento dell'indagine ALL.

Difficoltà obiettive si incontrano anche nel reperire fonti in grado di fornire informazioni aggiornate e comprensive su tutte le attività di valutazione che vengono effettuate, nonché sui risultati conseguiti.

Sulla base delle ricerche svolte tra siti e documenti, gli 'Annali della Pubblica Istruzione'[4] sembrano essere la raccolta più completa e organizzata di informazioni relative al sistema educativo del nostro Paese, seppure ignorino completamente l'istruzione in ambito privato.

## **Educazione degli adulti in Italia: l'offerta formativa [4,5]**

L'educazione degli adulti, convenzionalmente indicata con l'acronimo EdA, è principalmente diretta a garantire un determinato livello culturale di base a quante più persone possibile.

Le prime strutture dedicate all'educazione degli adulti risalgono al 1947, quando, dopo la seconda guerra mondiale, lo spirito di ricostruzione portò a fondare scuole popolari con l'obiettivo di

insegnare agli adulti a “leggere, scrivere e far di conto”. Successivamente tali strutture si svilupparono cercando di offrire un’educazione di base anche a persone in difficoltà, quali carcerati, disabili, stranieri, ma anche casalinghe, anziani e disoccupati; tali strutture si organizzarono per migliorare la cultura di persone che, pur già in possesso di un diploma o di una laurea, desideravano accrescere le loro competenze per un più adeguato inserimento nel lavoro e nella società.

Alla luce della rapida crescita dei centri dedicati all’EdA, le istituzioni decisero che fosse necessario operare una regolamentazione dell’offerta formativa attraverso una riorganizzazione di queste strutture. Il primo importante provvedimento in questa direzione fu il Decreto Ministeriale n.455 del 1997, che stabilì l’istituzione dei Centri Territoriali Permanenti (CTP), istituzioni scolastiche con il compito specifico di provvedere ai servizi educativi nell’ambito dell’EdA.

Successivamente, l’accordo tra Stato e Regioni siglato il 2 marzo 2000 indicò le coordinate utili per la costituzione di un sistema di educazione degli adulti. Le iniziative introdotte, in accordo con la Comunità Europea, miravano a raggiungere gli obiettivi sanciti dalla Conferenza di Lisbona (marzo 2000) per lo sviluppo di una società basata sulla conoscenza. Conseguentemente, i diversi soggetti operanti nel campo dell’EdA, cominciarono a collaborare per offrire un’educazione adeguata a tutta la popolazione adulta, principalmente a persone con un livello culturale basso ma anche a cittadini con un’educazione superiore, desiderose di incrementare il proprio livello culturale.

Negli ultimi dieci anni l’offerta formativa è cresciuta esponenzialmente, ma anche in maniera poco ordinata.

Parlando di educazione degli adulti, oggi si distinguono tre tipologie:

- *educazione formale*. Essa avviene nelle sedi istituzionalmente dedicate all’istruzione e alla formazione e si conclude con l’acquisizione di un diploma o di una qualifica riconosciuta;
- *educazione non formale*. S’intende ogni attività educativa organizzata al di fuori del sistema formale e realizzata, ad esempio, nel luogo di lavoro o nell’ambito di organizzazioni o gruppi della società civile, nelle associazioni ecc. È rivolta a categorie di utenti ben individuabili e si pone determinati obiettivi nel campo dell’apprendimento, ma non prevede l’acquisizione di titoli di studio o qualifiche riconosciute;
- *educazione informale*. Comprende tutte quelle attività culturali che possono arricchire un individuo e stimolare i suoi interessi. È un processo, non legato a tempi o luoghi specifici, per il quale ogni individuo acquisisce, anche in modo inconsapevole o non intenzionale, attitudini, valori, abilità e conoscenze dall’esperienza quotidiana e dalle influenze e risorse educative del suo ambiente.

Ad oggi un numero elevatissimo di strutture, pubbliche e private, si occupa di educazione permanente:

- Enti supportati da finanziamenti provenienti dal fondo sociale europeo (Fse)
- CTP e scuole serali
- Università Popolari e Università della Terza Età
- Organizzazioni di volontariato, cooperative, centri ricreativi e culturali
- Organizzazioni femminili
- Biblioteche comunali
- Parchi nazionali e centri per l’educazione ambientale

L’elevata complessità e la mancanza di regolamentazione di tali strutture, molte delle quali autonome, non permette una descrizione più dettagliata e circostanziata del sistema di educazione permanente attualmente operante nel nostro Paese. Solamente i CTP e le scuole serali sono organizzati su rete nazionale secondo un regolamento comune e un monitoraggio costante. In tutti gli altri casi è purtroppo impossibile orientarsi o trovare una linea comune.

Facendo riferimento, in particolare, all’offerta formativa di tipo scientifico si trova molto poco. Corsi specifici sono organizzati prevalentemente nell’ambito di aziende pubbliche e private e rivolti ai dipendenti (ad esempio i corsi di aggiornamento), oppure nell’ambito di Università popolari o

della Terza Età. Per la maggior parte dei casi si tratta comunque di corsi di informatica, quasi mai viene presa in considerazione una disciplina come la chimica.

Si può dire che l'educazione scientifica degli adulti, in particolare per quanto riguarda la chimica, avvenga prevalentemente attraverso processi informali: festival, spettacoli, musei, programmi televisivi, riviste, siti web, portali, ecc..

## **Iniziative atte ad accrescere la qualità dell'insegnamento scientifico e a promuovere l'immagine delle discipline scientifiche**

I risultati scoraggianti ottenuti dall'indagine OCSE-PISA sulle competenze scientifiche degli studenti italiani hanno determinato l'avvio di iniziative finalizzate a promuovere e migliorare la cultura scientifica nelle scuole, a partire dalla scuola primaria [6]. Tra quelle di maggior rilievo vi sono alcuni progetti nazionali finanziati dal MIUR, che prevedono la collaborazione tra docenti Universitari e insegnanti delle scuole.

Il progetto ISS ("Insegnare Scienze Sperimentali") [7] è rivolto agli insegnanti della scuola primaria, della scuola media di primo grado e del biennio della scuola secondaria superiore. Si propone un cambio radicale dell'insegnamento delle discipline scientifiche, attraverso una metodologia che valorizza l'approccio sperimentale alla risoluzione di problemi e ne esalta le potenzialità formative, prevedendo una sequenza di operazioni in cui l'allievo non è un esecutore che mette in pratica operazioni suggerite da una "ricetta", ma un individuo che riflette sul modo di condurre l'esperimento, lo realizza, raccoglie i dati, analizza i risultati e li comunica.

Il Piano Lauree Scientifiche (PLS) [8] è nato per cercare di arginare il problema della drammatica riduzione di immatricolazioni in corsi di laurea quali Chimica, Matematica, Fisica e Scienza dei Materiali. E' un progetto nazionale orientato a stimolare l'interesse degli studenti degli ultimi due anni di istruzione secondaria di II grado verso le discipline scientifiche. Attraverso la collaborazione tra insegnanti della scuola e docenti universitari, il progetto realizza iniziative didattiche, molte delle quali anche di natura sperimentale, a beneficio sia degli studenti sia dei loro insegnanti, con l'obiettivo di realizzare un ponte tra le due tipologie di istruzione.

Negli ultimi anni sono nate numerose altre iniziative per favorire l'avvicinamento alle scienze sperimentali e ai loro fenomeni. Un esempio emblematico è rappresentato dai festival della scienza che riscuotono un successo di pubblico impressionante, sebbene non sempre si sia riscontrato un rigore scientifico; gli stessi musei scientifici hanno attivato sezioni didattiche. Si tratta di esempi di educazione informale che hanno grosse potenzialità. E' necessario, però, che i responsabili che curano queste iniziative abbiano una preparazione specifica. La comunicazione didattica è un processo complesso che si caratterizza per la messa a punto di messaggi adeguati ai requisiti posseduti dal pubblico che li riceve e dalla possibilità di controllare i risultati ottenuti. Pertanto la qualità dei contenuti che si trattano e il livello a cui trattarli dipende dagli interlocutori e non si può pensare di poter comunicare tutto a tutti. Le proposte educative che non tengono conto di questi principi ottengono, in generale, risultati effimeri.

## **Uno studio del caso per identificare gli ostacoli all'apprendimento significativo della chimica**

Sono state realizzate dieci interviste ad adulti che al termine della scuola secondaria superiore hanno deciso di proseguire i loro studi in settori diversi da quello scientifico e dieci interviste a insegnanti di area scientifica della scuola secondaria. Tali interviste sono state effettuate sulla base di una lista di domande preparate e condivise tra i Partner del progetto. Le domande sono state messe a punto con l'obiettivo di identificare gli ostacoli incontrati dagli intervistati durante lo studio dei contenuti scientifici, in particolare di quelli chimici. L'intento, con un campione così piccolo,

non era certo di ottenere dati con valore statistico, ma piuttosto di raccogliere spunti di riflessione, sapendo di non poter trarre conclusioni generali, ma indicazioni orientative.

Agli adulti sono state rivolte le seguenti domande:

1. Per quale ragione ha deciso di non proseguire gli studi scientifici dopo la scuola secondaria? (Argomenti la risposta).
2. Quali sono le principali difficoltà che ha trovato nello studio della chimica a scuola? (mancanza dei requisiti di base per comprenderla, ostacoli cognitivi in alcuni contenuti, altro). (Argomenti la risposta).
3. Come reputa le sue conoscenze chimiche? (povere, discrete, buone, molto buone)
4. Se ha una curiosità in ambito scientifico, cerca di soddisfarla? In caso affermativo, come procede?
5. Ritieni che i mass media consentano al pubblico di accedere ad adeguate informazioni scientifiche (in particolare sulla chimica) comprensibili? (Argomenti la risposta).
6. Che cosa associa all'aggettivo "chimico"? (Argomenti la risposta).
7. Sciogliendo 5 grammi di sale in 100 grammi d'acqua, la soluzione ottenuta peserà:
  - 105 grammi
  - tra 100 e 105 grammi
  - 100 grammi(Argomenti la risposta).
8. A volte ci accorgiamo della presenza di certe sostanze attraverso l'olfatto. Emettono, infatti, un odore caratteristico. Secondo lei, questo odore è costituito da particelle materiali oppure no? (Argomenti la risposta).
9. Quale potrebbe essere un esempio di sostanza pura allo stato solido?
10. Quale potrebbe essere un esempio di sostanza pura allo stato liquido?
11. Quale potrebbe essere un esempio di sostanza pura allo stato gassoso?

Queste invece le domande per gli insegnanti:

1. A che cosa si devono le maggiori difficoltà che gli studenti trovano nello studio della chimica a scuola? (mancanza dei requisiti di base, ostacoli cognitivi in alcuni contenuti, altro). (Argomenti la risposta).
2. Quali sono le principali difficoltà che si incontrano dovendo insegnare chimica (assenza di laboratori, tempo insufficiente, altro) (Argomenti la risposta).
3. Ha mai frequentato corsi che trattavano tematiche inerenti alla didattica della chimica? Se sì, quali? (Specifichi se i corsi avevano un'impostazione più prettamente teorica oppure pratica/laboratoriale)
4. Per quale motivo molti giovani abbandonano gli studi chimici (e, in generale, gli studi scientifici) dopo la scuola secondaria? (convincione che la chimica sia "difficile", che sia necessaria una particolare attitudine, altro). (Argomenti la risposta).
5. In che modo si potrebbero orientare i giovani a intraprendere studi scientifici dopo la scuola secondaria? (Argomenti la risposta).
6. Nel suo paese quali iniziative sono state messe in atto in questa direzione?
7. Ha mai partecipato a progetti di ricerca sull'apprendimento scientifico?
8. Può citare qualche ricerca recente della quale è venuto/a a conoscenza e che potrebbe essere utile per il nostro progetto?
9. Può suggerire altre aree di ricerca che potrebbero essere utili per il nostro progetto?

Per quanto riguarda gli adulti interpellati, quando è stato chiesto loro di raccontare la propria esperienza scolastica con la chimica e con le scienze, le risposte sono state tutte del tipo “mi interessava altro” e/o “non ero portato per...”.

Molti richiamano il ruolo della memoria nell'apprendimento della chimica, un adulto afferma addirittura che la “adorava” perché la assimilava ad un “giochetto”. Tutti ritengono povere le proprie conoscenze di chimica.

In generale, gli intervistati affermano di affidarsi a internet per soddisfare eventuali curiosità in ambito scientifico, non sembra che assumano uno spirito critico, al massimo si confrontano le informazioni reperite su più siti per valutarne l'attendibilità. D'altronde, come qualcuno dichiara, per rendersi conto della scarsa qualità delle informazioni, è necessario possederne già molte. Pur sottolineando qualche perplessità nei confronti dell'informazione scientifica offerta dai mass media (i media sono strumentalizzati, i concetti se troppo semplificati possono essere banalizzati), l'atteggiamento nei confronti della divulgazione scientifica è complessivamente positivo.

Le risposte agli ultimi quesiti, che miravano a sondare se alcuni contenuti chimici di base fossero posseduti o meno e l'atteggiamento in senso lato nei confronti della materia, fanno emergere la presenza di carenze e concetti di senso comune e confermano che la chimica è ancora associata a cose negative, specialmente con l'inquinamento, in opposizione a ciò che è “naturale”.

Dalle risposte date dagli insegnanti si evince che gli ostacoli incontrati dagli studenti nell'apprendimento della chimica sono legati a:

- difficoltà intrinseche della disciplina (la sua dimensione microscopica, la necessità di ricorrere a modelli “astratti”...);
- mancanza di laboratori attrezzati;
- carenze degli allievi (mancanza di requisiti, incapacità di astrazione, poca voglia di studiare);
- conoscenza non adeguatamente approfondita della disciplina da parte degli stessi insegnanti.

Nessuno degli insegnanti intervistati è a conoscenza di lavori di ricerca, o di iniziative che possano essere ricondotte al *Lifelong Learning*. Qualcuno fa riferimento a attività per l'orientamento dei ragazzi tra la secondaria di secondo grado e l'università, ma non ne evidenzia ricadute significative.

Una riflessione che si potrebbe fare è che gli insegnanti intervistati non si siano mai posti con sufficiente serietà le domande formulate nel questionario, perché una riflessione seria li avrebbe dovuti condurre a ripercorrere i loro modi di proporre i concetti e le informazioni e a constatare come in parecchi casi loro stessi non comprendano realmente ciò che cercano di trasferire. Forse il problema risiede anche nella loro formazione professionale: tra di essi, solo quelli più “giovani” (non anagraficamente, ma da minor tempo inseriti nel mondo della scuola) hanno frequentato corsi di didattica della chimica.

## **Un documento condiviso: La Strategia**

I risultati ottenuti dallo studio del caso effettuato negli altri Paesi coinvolti nella ricerca sono assimilabili a quelli ottenuti in Italia. E' pertanto evidente che, nonostante tutte le Nazioni coinvolte abbiano ampiamente dimostrato di dedicare molta attenzione alle attività che dovrebbero suscitare interesse sia nei giovani, sia negli adulti, l'obiettivo non è stato raggiunto: ciò fa pensare che il problema debba essere analizzato approfonditamente prima di individuare soluzioni..

A questo proposito, al termine di un'ampia discussione che ha visto coinvolti tutti gli attori di questo progetto, è stato messo a punto un documento, intitolato “Strategy”, che riporta ciò che la ricerca condotta propone come suggerimento alla Comunità Europea per incrementare la sensibilità nei confronti delle scienze.

Per riassumere, schematizzando le possibili interazioni che esistono tra i diversi ruoli e livelli generazionali della nostra società (bambini, studenti, genitori, insegnanti e adulti in senso generale), si ottiene il diagramma qui di seguito riportato, in cui le frecce mostrano la direzione e il verso degli scambi culturali.

## FIGURA 1

Siamo convinti che i bambini debbano essere introdotti alla scienza usando un approccio fenomenologico che permetta, non solo di stimolare la loro curiosità, ma di lavorare a un livello adeguato alla loro struttura cognitiva. Aiutare i bambini ad osservare i fenomeni, a descrivere in modo sequenziale le loro osservazioni, a lavorare per comprendere il significato della terminologia e costruire definizioni condivise sono attività che, svolte singolarmente o a gruppi, aiutano l'avvio all'acquisizione di competenze trasferibili, che potranno essere consolidate nei livelli scolastici successivi. Questo modo di lavorare, che vede l'alunno protagonista del suo processo formativo, favorisce lo sviluppo delle capacità logiche, l'indipendenza cognitiva e lo spirito critico.

I bambini, riportati nel centro del diagramma, sono la categoria più importante. Se vengono orientati a vedere la scienza e, la chimica in particolare, come un aspetto della loro quotidianità, saranno stimolati ad apprenderla. E potranno anche attivare una visione problematica del loro sapere riconoscendo i limiti dei modelli che via via utilizzano.

L'interesse dei bambini coinvolgerà i loro genitori che saranno stimolati a dividerlo e la loro cultura scientifica potrà così gradualmente accrescersi.

Le attività che coinvolgono sia i genitori sia i figli possono essere molto efficaci se sono condotte da insegnanti capaci di creare un coinvolgimento reale in un percorso di apprendimento guidato. Purtroppo, spesso, il personale che gestisce gli eventi divulgativi non è adeguatamente formato in campo educativo così da rendere significativo per i suoi interlocutori ciò che propone.

Se i genitori modificheranno le loro idee sulla scienza, allora potranno contrastare i pregiudizi e potranno favorire un graduale cambiamento della percezione delle scienze nella loro comunità sociale.

Il diagramma presentato intende far rilevare che:

- il modo di pensare dei bambini è influenzato da quello dei loro genitori e dei loro insegnanti, ma molto meno da quello della società;
- i genitori influenzano i bambini e gli insegnanti, e ne sono, a loro volta, influenzati;
- gli insegnanti influenzano i genitori e i bambini, ma sono condizionati dalle aspettative dei genitori;
- il modo di pensare della società influenza quello dei genitori, e viene influenzato dai mass media e dalle credenze popolari;
- gli studenti sono influenzati dagli adulti ma cambiano le loro convinzioni e i loro punti di vista con grande difficoltà. Gli insegnanti, infatti, trovano più ostacoli a far loro modificare un concetto scorretto, piuttosto che a farne loro acquisire uno nuovo.

In ogni caso, a prescindere dalle difficoltà del compito, l'unica possibilità di modificare l'atteggiamento verso la scienza e di accrescere le competenze scientifiche dei cittadini è quella di far seguire ad una formazione iniziale adeguata degli insegnanti una sistematica formazione in servizio che li sostenga e li aiuti. A questo proposito, è fondamentale una forte rivalutazione della ricerca didattica nell'Università. Opportuni finanziamenti ministeriali specificamente dedicati favorirebbero l'avvicinamento a questi studi dei docenti sensibili alle problematiche educative. Altrettanto importante sarebbe poter contare su una divulgazione scientifica che non banalizzi e non distorca concetti ed informazioni.

E' necessario, inoltre, aumentare l'interazione tra le università e le scuole, specialmente durante il processo di formazione degli insegnanti. Queste interazioni favorirebbero la costituzione di gruppi

di ricerca misti, la messa a punto di percorsi didattici, la loro sperimentazione, l'individuazione delle criticità. Solo un'attenta analisi delle eventuali criticità riscontrate nello svolgimento dell'intervento può consentire, se necessaria, un'efficace riprogettazione in itinere. L'abitudine alla riflessione ed alla rivisitazione di ciò che avviene in aula è fondamentale nella prospettiva di sviluppare negli insegnanti un atteggiamento di ricerca. Un progetto didattico deve rimettere in discussione la propria fondatezza ogni volta che viene usato: l'unicità e la complessità di ciascun contesto producono il bisogno di un suo affinamento continuo.

## Conclusioni

Stiamo vivendo una contraddizione molto forte: da una parte l'importanza della scienza cresce ogni giorno e dall'altra, la cultura scientifica è del tutto insufficiente nei giovani e nella popolazione in generale.

Per realizzare un cambiamento, non è sufficiente (anche se importante) limitarci a moltiplicare le iniziative e gli interventi per sottolineare il valore della scienza, per mostrare fenomeni che suscitano stupore e curiosità.

Se non vogliamo contraddire la nostra formazione dobbiamo affrontare il problema in maniera scientifica: identificare le cause (scarso spazio temporale per l'insegnamento scientifico, divulgazione scientifica e comunicazione sociale della scienza spesso inadeguati) e trovare il modo di eliminarle. E' un lavoro lungo e difficile.

Sebbene sia importante continuare a battersi per incrementare lo spazio temporale per l'insegnamento scientifico nella scuola, nel frattempo è indispensabile lavorare a un cambiamento radicale del modo di insegnare le scienze.

Occorre formare insegnanti che abbiano una visione della didattica come di un processo essenzialmente fondato sugli studenti, docenti che abbiano competenze epistemologiche adeguate, ovvero la capacità di identificare i quadri concettuali e le teorie di riferimento della disciplina che insegnano.

Con l'attivazione, in Italia, delle lauree per l'insegnamento, si potrebbe avere in mano lo strumento per andare in questa direzione. Per sfruttarlo opportunamente occorrerà, però, che i docenti universitari si rendano effettivamente conto dell'importanza strategica di questi nuovi strumenti formativi.

## Riferimenti

[1] <http://www.chemistry-is.eu/>

[2] [http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006\\_it\\_00](http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006_it_00)

[3] <http://www2.invalsi.it/ri/all/>

[4] S. Angori, *Prospettiva EP*, 2003, **4**, 1

[5] *Annali Della Pubblica Istruzione, L'istruzione e la formazione degli adulti tra domanda e offerta*, 2005, **5-6/2005**

[6] *Annali Della Pubblica Istruzione, Policy, ricerca e strumenti per il potenziamento della cultura scientifica e tecnologica nella scuola italiana*, 2007, **1/2007**

[7] *Annali Della Pubblica Istruzione, Il progetto "Insegnare Scienze Sperimentali"*, 2009, **5-6/2009 – 1/2010**

[8] *Annali Della Pubblica Istruzione, Il progetto "Lauree Scientifiche"*, 2007, **2-3/2007**