

Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

Riccardo Carlini^{1,2}

1 Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – Via Dodecaneso 31 - 16146 Genova

2 INSTM : Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali

carlini@chimica.unige.it

Riassunto

Il Progetto Lauree Scientifiche nasce con l'intento di incrementare il numero degli iscritti a corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali. Nel progetto di scienza dei materiali sviluppato presso il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Ateneo genovese sono state proposte attività didattiche teoriche e pratiche volte alla divulgazione della disciplina ed alla formazione di studenti ed insegnanti del triennio della scuola superiore. Gli argomenti scelti, che hanno il "colore" come filo conduttore, rendono le attività adeguate ai diversi curricula didattici. Grazie all'ampia partecipazione è stato possibile valutare i feedback degli studenti e degli insegnanti riguardo ai seminari ed ai laboratori svolti. La positività dei giudizi espressi ha conferito un alto valore al lavoro effettuato, esaltando l'efficacia del progetto stesso che si prefigge l'intento di fungere da ponte tra le discipline scientifiche insegnate nella scuola superiore ed i corsi di laurea scientifici dell'università.

Abstract

Progetto Lauree Scientifiche: learning to know

The "Progetto Lauree Scientifiche" was born in 2004 with the aim to increase the number of students in the degree courses of Chemistry, Physics, Maths and Materials Science. In the plan regarding Materials Science, performed in Chemistry and Industrial Chemistry department of Genoa University, practical and theoretical activities were offered to divulge this subject and to train students and teachers of high school triennium. The selected topics have as the central thread the "colour": this property make these activities proper to different didactic "curricula". Thanks to the great attendance, the students and teachers feedbacks regarding carried out activities were investigated. The good answers make this project a high-value work reaching the primary aim: this plan represent a bridge among scientific matters taught in the high school and the scientific degree courses in university.

Il Progetto Lauree scientifiche nasce nel 2004 con l'intento di incrementare il numero degli iscritti ai corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali. Da subito esso vede la stretta collaborazione tra il Ministero dell'Università e dell'Istruzione, la Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie e Confindustria che, grazie a differenti contributi, gli conferiscono ufficialità e prestigio. Gli obiettivi del progetto sono principalmente tre:

- migliorare la conoscenza e la percezione delle discipline scientifiche nella scuola secondaria di secondo grado, garantendo agli studenti del triennio attività pratiche e teoriche, laboratori curricolari ed extracurricolari, approfondimenti specifici sui vari aspetti che caratterizzano le discipline scientifiche.
- favorire un percorso di crescita professionale degli insegnanti di materie scientifiche nella scuola secondaria, tramite l'interazione diretta tra Scuola e Università
- ridurre, da un lato, il "gap" presente tra scuola e mondo del lavoro e, dall'altro, tra scuola e università. A tale scopo sono incentivati e promossi stages e tirocini presso università, enti di ricerca, imprese dell'area scientifica, tecnologica e dello sviluppo.

Gli oltre 100 progetti, proposti da 38 atenei italiani, distribuiti uniformemente su tutto il territorio italiano, sono suddivisi in quattro aree: Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei materiali. Secondo i dati forniti dal MIUR nel periodo compreso tra il 2005 e il 2008 hanno partecipato al PLS circa 3000 scuole, 4000 docenti della scuola secondaria e 1800 docenti universitari: questi numeri inducono a riflettere su quanto questo progetto sia stato, e continui ad essere, un ottimo volano per consolidare la rete di collaborazione tra enti, istituzioni e imprese.

Il progetto proposto dal corso di Laurea in Scienza dei materiali presso l'Università di Genova vede come responsabile locale il professor Rinaldo Marazza, ordinario di chimica generale e inorganica, come coordinatore il sottoscritto e come collaboratori alcuni professori associati e ricercatori.

Il gruppo operativo universitario ha effettuato alcuni incontri per definire la bozza di progetto da sottoporre agli insegnanti delle scuole; la bozza, che aveva soltanto l'intento di fornire un piano omogeneo sul lavoro futuro, era destinata ad essere messa in discussione e migliorata con l'intervento di tutti i partecipanti. Proprio durante l'incontro preliminare tra personale universitario e docenti della scuola secondaria, è stato possibile affrontare diversi argomenti di

discussione quali il numero delle esperienze da proporre, le modalità della loro esecuzione, la tempistica, la logistica, nonché la valutazione dei risultati e l'autovalutazione. Il progetto definitivo, pertanto, è frutto di un confronto attivo ed efficace tra le diverse realtà coinvolte, che hanno saputo integrarsi ed apportare elementi costruttivi, nei modi e nelle misure che meglio le rappresentano.

Struttura del progetto

Attività proposte

Molti sono gli argomenti che potrebbero essere utilizzati per avvicinare gli studenti alle discipline scientifiche, sviluppando in loro interesse, senso critico e curiosità. Tramite la sperimentazione di fenomeni riscontrabili nella vita quotidiana, alcuni problemi inerenti all'area chimica-fisica-tecnologica vengono esplorati ed analizzati dagli studenti con l'aiuto dei propri insegnanti. L'intento primario, infatti, è quello di consentire agli studenti di acquisire concetti e teorie necessarie per la corretta comprensione dei fenomeni stessi, in modo affrontare con un'ottica più efficace gli ostacoli che si presenteranno nel percorso della propria formazione.

Per favorire un'ampia fruibilità del progetto sono state identificate cinque attività che vanno a coprire diversi campi applicativi della ricerca nella Scienza dei materiali:

Dai lamponi agli elettroni -Realizzazione della cella di Grätzel

Una cella di Grätzel è un dispositivo che produce energia elettrica convertendo energia luminosa: un pigmento organico naturale viene eccitato dalla luce solare per generare una corrente di elettroni.

Il dispositivo è costituito da un vetrino conduttore (elettrodo), da uno strato di TiO_2 impregnato nel colorante, da un elettrolita e da un vetrino conduttore grafitizzato (contro-elettrodo).

Dopo avere posto la sospensione di TiO_2 sul vetro conduttore, si procede con la sinterizzazione in forno a $250 - 300^\circ\text{C}$, quindi a freddo, lo si immerge nella soluzione colorata per 30 min. Si assembla la cella fissando i vetri con due clips da cancelleria, dopo aver aggiunto sulle due superfici a contatto alcune gocce di soluzione di iodio iodurato. Infine si conducono misurazioni di corrente e differenza di potenziale sottoponendo la cella a diverse fonti di luce. (Figura 1)

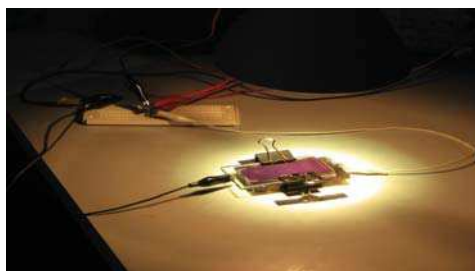


Figura 1: Cella di Grätzel

Fluido magnetico - La sintesi del ferrofluido

Il ferro fluido è una sospensione di particelle di magnetite in soluzione basica.

La precipitazione dell'ossido misto Fe_3O_4 si ottiene miscelando soluzioni acide di Fe^{2+} e Fe^{3+} e titolando con idrossido d'ammonio. La separazione del prodotto solido dalla soluzione avviene grazie all'utilizzo di magneti. La sospensione finale si ottiene aggiungendo idrossido di tetrametilammonio al composto in polvere micro o nano particellare. L'effetto del fluido viene evidenziato tramite l'uso di magneti Nd-Fe-B di diversa grandezza.

L'arte di Murano – Sintesi di vetri colorati

Gli studenti pesano i reagenti in polvere, in genere ossidi, li miscelano in un mortaio e li introducono in crogioli di allumina per il trattamento termico.

I campioni sono posti in forno elettrico ad elevata temperatura ($1000-1200^\circ\text{C}$) nel quale si ha la fusione delle polveri (Figura 2). Al termine del trattamento si estrae il crogiolo dal forno e si versa rapidamente il liquido su lastra di alluminio o in stampi di grafite per favorirne un rapido raffreddamento.

Gli studenti possono osservare le diverse colorazioni e la diversa intensità del colore a seconda della qualità e della quantità di ossido di metallo di transizione aggiunto.



Figura 2: Vetro fuso

Fuochi d'artificio - I colori nella pirotecnica

Gli studenti, sotto stretta sorveglianza degli insegnanti, ottengono delle miscele polverizzate partendo da sali ossigenati, carbone e zolfo. La differente natura di alcuni reagenti conferisce un caratteristico colore alla fiamma dopo l'accensione. Gli studenti potranno verificare inoltre la cinetica delle reazioni a seconda dei reagenti usati e delle dimensioni delle polveri.

Ne faremo di tutti i colori ! - Preparazione di pigmenti pittorici

Si pesano in due becker uguali due sali solubili secondo le indicazioni fornite e si solubilizzano in acqua deionizzata. Si versa il contenuto di un becker nell'altro dove precipita il sale insolubile colorato (Figura 3). Si filtra sotto vuoto usando un buchner ed una beuta da vuoto. Si preleva una spatolata del pigmento ottenuto e si aggiunge goccia a goccia il legante scelto (olio di lino, albume o tuorlo d'uovo) amalgamando fino ad ottenere un impasto omogeneo. Si stende il prodotto finale su foglio con l'aiuto di un pennellino e si lascia asciugare all'aria. Si valuta la stabilità del colore con controlli ripetuti nel tempo.



Figura 3: Precipitazione dello ioduro di piombo (II)

Come si evince dal rapido excursus sulle attività svolte, l'offerta didattica abbraccia differenti ambiti della scienza i quali si traducono in interdisciplinarietà per l'insegnamento nella scuola secondaria. Non a caso il filo conduttore delle esperienze proposte è il colore, un argomento completamente trasversale nelle materie curriculari. Numerose collaborazioni di carattere più strettamente tecnico si sono sviluppate tra docenti di chimica, fisica e tecnologia per quanto riguarda il Ferrofluido o la Cella di Grätzel, mentre nelle classi che hanno scelto l'esperimento sui vetri colorati o sui pigmenti pittorici l'interazione è nata tra insegnanti dell'area artistico-letteraria e scientifica. Anche per la realizzazione dei prodotti finali sono stati raggiunti dei buoni risultati. Gli insegnanti hanno comunicato che i propri studenti sono riusciti a produrre buone composizioni letterarie tematiche, validi approfondimenti storico-artistici fino, in alcuni casi, a realizzare veri e propri dipinti utilizzando i pigmenti sintetizzati.

Feedback

Le attività sperimentali hanno visto la partecipazione di 293 studenti appartenenti al triennio della scuola secondaria superiore. Gli istituti coinvolti sono tutti licei con diversi indirizzi e, nella fattispecie, licei scientifici, scientifico-tecnologici, artistici e classici. La partecipazione è stata sostanziale anche da parte degli insegnanti che hanno aderito sia agli incontri per la propria formazione sia alle attività sperimentali come accompagnatori e docenti.

Nella tabella 1 sono riportate le esperienze effettuate in graduatoria di scelta.

Tabella 1: Dati relativi alle esperienze svolte

Esperienza	Incidenza % esperienze	Graduatoria
VETRI COLORATI	29,7	1°
PIGMENTI	21,6	2°
PIROTECNICA	18,9	3°
CELLA	18,9	3°
FERROFLUIDO	10,8	4°

Come mostrato nella tabella, la preparazione dei vetri colorati ha riscontrato il più alto gradimento, seguito dall'esperienza sulla sintesi dei pigmenti e sulla pirotecnica. Gli aspetti comuni alle tre esperienze sono senz'altro la semplicità di esecuzione ed il forte impatto emozionale che si ottiene dal prodotto finale. Per quanto riguarda il primo aspetto, la scelta di un percorso semplice che porti a risultati interessanti è sintomatico della tendenza che hanno gli studenti nell'affrontare i problemi che l'istruzione pone loro davanti. Con questo atteggiamento, se pur poco condivisi-

Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

bile, gli insegnanti devono confrontarsi ogni giorno e non possono fare altro che rinforzarne gli aspetti positivi per riuscire ad ottenere ugualmente buoni risultati. Ecco che subentra il secondo aspetto: *stupirsi per capire*. In questi casi è, a mio giudizio, significativo un processo di apprendimento a ritroso ossia, dopo aver ottenuto un risultato sorprendente con un percorso semplice, lo studente, in modo del tutto spontaneo, sviluppa la curiosità propedeutica all'acquisizione delle informazioni che il docente può trasmettergli. Ritengo che questo passaggio dallo stupore per il fenomeno, alla curiosità per le cause, all'apprendimento dei meccanismi serva ad interiorizzare maggiormente la conoscenza fissandola definitivamente con il supporto della sfera emotiva.

Significativo è il fatto che le esperienze che hanno avuto il gradimento minimo da parte degli studenti siano proprio quelle preferite dagli insegnanti. In effetti, la realizzazione della cella di Grätzel e la sintesi del Ferrofluido sono attività che favoriscono una grande interdisciplinarietà tra chimica, fisica e tecnologia e quindi sono ben viste dai docenti come idonei approfondimenti di argomenti curriculari. Nell'incontro preliminare è stato deciso di introdurre sommariamente le attività e di lasciare piena libertà agli studenti riguardo la scelta delle esperienze da selezionare: in tal modo si ritiene di favorire, fin da principio, un senso di autonomia e di accresciuta responsabilità nei ragazzi.

Grazie al numero significativo dei partecipanti è stato possibile effettuare anche uno studio sul feedback degli insegnanti e degli studenti analizzando gli appositi questionari loro somministrati.

Ogni questionario, completamente, anonimo contiene domande inerenti a diverse sfere di valutazione: la qualità, l'utilità delle attività svolte, gli spazi ed i tempi messi disposizione, la competenza e la chiarezza riscontrata nei docenti universitari, l'interdisciplinarietà delle attività.

Esaminando le valutazioni e le considerazioni emerse dopo il corso formativo propedeutico destinato agli insegnanti è stato possibile ottenere il grafico riportato in Figura 4



Figura 4: Valutazione degli insegnanti sui corsi di formazione

I giudizi forniti sono molto positivi e, sebbene il numero degli insegnanti non sia eccessivamente elevato, è tuttavia significativo il fatto che tutti abbiano dato voti compresi tra buono e ottimo. I punti di forza nei quali sono stati ottenuti i massimi punteggi sono la competenza del personale universitario, la qualità dell'approccio didattico e l'organizzazione del progetto. La negoziazione dei percorsi e dei metodi che sarebbero stati utilizzati è risultata componente molto gradita da parte degli insegnanti che hanno rimarcato quanto questo li abbia fatti sentire parte integrante del progetto; d'altra parte, questa attiva presenza nelle scelte organizzative ha introdotto problematiche spesso sconosciute negli ambienti universitari favorendo, così, la buona riuscita dell'intero piano di lavoro.

La Figura 5 mostra i risultati concernenti le considerazioni dei docenti sulle attività svolte dagli studenti presso l'ateneo genovese.



Figura 5: Valutazione degli insegnanti sulle attività proposte agli studenti

Le considerazioni espresse dagli insegnanti sono, ancora una volta molto positive. Questo dato rimarca la validità del progetto svolto ed in particolare, in base ai liberi commenti forniti, risulta molto apprezzato il metodo utilizzato e l'interazione emotiva dei coordinatori universitari con gli studenti. A detta degli insegnanti, l'interazione diretta tra università e scuola, tra docenti universitari e studenti, riduce quel muro psicologico che si presenta spesso tra il mondo della scuola dell'obbligo e il mondo dell'università. Avvicinare gli studenti fin dalle prime classi del triennio superiore alla realtà accademica favorisce innanzitutto una corretta informazione di quel determinato ambito innescando spesso un senso di fiera curiosità che, assieme alla progettazione del proprio futuro, porta gli studenti a proseguire la propria formazione in un ateneo.

Per l'analisi grafica dei risultati, le risposte date dagli studenti sono state raccolte in due gruppi: valutazione sull'utilità del progetto per l'approfondimento della scienza dei materiali, valutazione dei materiali didattici, degli spazi e dei docenti universitari coinvolti.

Nei grafici in Figura 6 sono riportati i risultati sottoforma di istogrammi.



Figura 6: Valutazione degli studenti sulla qualità degli incontri

Dal grafico in Figura 7 si può notare come la qualità delle attività sia stata considerata molto pregevole infatti la grande maggioranza delle risposte accorda una valutazione ottima e nessuno ha dato una valutazione pessima. Dai liberi commenti degli studenti emerge che i punti di qualità risultano la chiarezza delle informazioni, la competenza dei docenti universitari ed il metodo usato. Questo atteggiamento interattivo diretto tra personale universitario e studenti della scuola superiore è stato frutto di un lungo approfondimento iniziale riguardo argomenti spesso trascurati quali l'uso di un lessico adeguato, il coinvolgimento emotivo dei ragazzi, la rimozione di classici ostacoli cognitivi. Sebbene questo processo abbia richiesto una lunga preparazione, esso ha sortito effetti molto gratificanti e sicuramente proficui, in termini didattici. Le uniche critiche che vengono effettuate riguardano le attrezzature messe a disposizione e soprattutto gli spazi: queste considerazioni ci hanno portato a rivalutare, nelle edizioni PLS successive, il numero massimo di studenti partecipanti ad ogni singola attività e la tipologia del luogo di lavoro destinato alle esperienze.

Nella figura 7 è riportato il grafico delle valutazioni espresse dagli studenti riguardo l'utilità del progetto nell'approfondimento della scienza dei materiali.



Figura 7: Valutazione degli studenti sull'utilità del progetto

Progetto Lauree Scientifiche: conoscere per sapere

Come si evince dalla figura 7 i giudizi positivi sono preponderanti ma molto meno marcati rispetto al gruppo di domande precedenti. In alcuni casi, addirittura, il progetto viene considerato del tutto inutile per conoscere meglio la disciplina. Il fatto che non ci sia una stretta correlazione tra i giudizi sulla qualità delle attività e quelli sull'utilità del progetto induce a pensare che gli studenti considerino le esperienze effettuate lontane da quello che la scienza dei materiali propone di studiare. In effetti, a differenza delle classiche scienze "dure", la scienza dei materiali nasce dall'unione di contributi chimici, fisici ed ingegneristici: questa interdisciplinarietà non è compresa a fondo dagli studenti. Tuttavia, utilizzando proprio le esperienze proposte, e molto gradite dagli studenti, è possibile giustificare e potenziare l'interconnessione tra le discipline cui fanno capo le competenze necessarie per svolgere queste attività. Il ruolo dell'insegnante di classe a questo punto è fondamentale poiché, se dall'università sono forniti i mezzi e gli spazi per realizzare gli esperimenti, la scuola ha il compito di processare e rielaborare i contenuti affrontati per ottenere da un lato un arricchimento delle conoscenze curriculari e dall'altro una maggiore consapevolezza della disciplina stessa. Si potrebbe parlare in questa fase di *conoscere per scegliere*; solo il raggiungimento di una conoscenza esauriente sui metodi, i meccanismi, le teorie affrontate dalla scienza dei materiali garantisce una capacità di scelta, negativa o positiva che sia, sui percorsi di studio futuri.