

ANNALI
DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE

2-3/2007

Il Progetto «Lauree Scientifiche»

a cura di Speranzina Ferraro



LE MONNIER

ANNALI DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE

RIVISTA BIMESTRALE

DEL MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE

2-3/2007

Direttore responsabile: TIZIANA RAGNI

Direttore editoriale: MAURO CERUTI

Coordinamento editoriale e redazionale: LUIGI CEPPARRONE e GAETANO SARDINI

Articoli, lettere e proposte di contributi vanno indirizzati a: ANNALI DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE, Periodici Le Monnier, Mondadori Education, viale Manfredi Fanti, 51/53 – 50137 Firenze.

Gli articoli, anche se non pubblicati, non si restituiscono.

Condizioni di abbonamento 2007 (sei numeri per complessive pagine da 704 a 800)

— Annuale per l'Italia Euro 25,84

— Annuale per l'Estero Euro 36,70

Versamenti sul c/c postale n. 30896864 intestato a Mondadori Education S.p.A.

Garanzia di riservatezza per gli abbonati

Nel rispetto di quanto stabilito dalla Legge 675/96 "Norme di tutela della privacy", l'editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati che potranno richiedere gratuitamente la rettifica o la cancellazione scrivendo al responsabile dati della Mondadori Education S.p.A. (Casella postale 202 – 50100 Firenze).

Le informazioni inserite nella banca dati elettronica Mondadori Education verranno utilizzate per inviare agli abbonati aggiornamenti sulle iniziative della nostra casa editrice.

Registrazione presso il Tribunale di Firenze con decreto n. 1935 in data 17-6-1968

Finito di stampare nel mese di maggio 2008 presso
A.T.I. – Arte Tipografica Italiana S.p.A., Pomezia (Roma)

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

INDICE

Dedica del volume a Ulderico Segre V

PRESENTAZIONE

Le motivazioni del Progetto «Lauree Scientifiche» VII
di Lucrezia Stellacci

INTRODUZIONE

Il Progetto «Lauree Scientifiche» XI
di Olimpia Marcellini

INTERVENTI

Scuola, Università e Mondo del Lavoro:
 la filiera del Progetto «Lauree Scientifiche» 1
di Nicola Vittorio e Enrico Predazzi

Il ruolo dell'impresa nel Progetto «Lauree Scientifiche» 29
di Giancarla Babino

I progetti di Orientamento e di Formazione degli Insegnanti 43
*di Gabriele Anzellotti, Michele Catti, Josette Immè,
 Ulderico Segre e Nicola Vittorio*

Il progetto di Orientamento e di Formazione degli Insegnanti –
 area Matematica (PLS-OFI-Mat) 59
di Gabriele Anzellotti e Francesca Mazzini

Il progetto di Orientamento e di Formazione degli Insegnanti –
 area Chimica 107
di Ulderico Segre e Ugo Cosentino

Il progetto di Orientamento e di Formazione degli Insegnanti – Fisica (PLS-OFI-Fisica)	153
<i>di Josette Immè</i>	
Il progetto di Orientamento e Formazione degli Insegnanti – Area Scienza dei Materiali	205
<i>di Michele Catti</i>	
L'orientamento e il modello organizzativo territoriale per il raccordo Scuola-Università-Impresa	237
<i>di Speranzina Ferraro</i>	
Analisi di caso. Modello di sperimentazione per competenze: la sperimentazione nel Lazio	261
<i>di Livia Mascitelli, Filomena Rocca e Ida Spagnuolo</i>	
La scelta dell'Università: il punto di vista degli studenti al momento del passaggio dalla Scuola Superiore all'Università, tra aspirazioni e scelte effettive	275
<i>di Michela Frontini e Nice Terzi</i>	
Conclusioni. Emergenza scientifico-tecnologica: che fare?	287
<i>di Luigi Berlinguer</i>	

DEDICA DEL VOLUME A ULDERICO SEGRE

Il prof. Ulderico Segre è mancato improvvisamente il 27 Gennaio 2008.

In questo momento di vuoto e di smarrimento mi sono chiesto quando ho conosciuto Ulderico. E la risposta è stata: non lo so. Conosco Ulderico da sempre, direi, tanta è stata la consuetudine che ci ha legato in questi ultimi pochi anni. Consuetudine all'interno della Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze, consuetudine nella realizzazione del Progetto Lauree Scientifiche, consuetudine nelle discussioni sulla trasformazione dei corsi di studio che le università stanno realizzando proprio in questi mesi.

Consuetudine, ma anche punto di riferimento. Punto di riferimento, autorevole, su tutta una serie di questioni chiave della politica universitaria degli ultimi anni. Punto di riferimento per il suo equilibrio, per la sua saggezza, per la sua visione. La sua semplicità nei modi e la sua profondità di pensiero lo rendevano punto di riferimento, leader agli occhi di tutti noi.

Io non sono un chimico e non ho quindi condiviso con Ulderico la conoscenza disciplinare. Ma ho sempre apprezzato di Ulderico il metodo di lavoro: poco appariscente, molto profondo, mai affrettato, estremamente lucido.

Ulderico è stato un interlocutore prezioso della Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze. Come Coordinatore Nazionale dei Presidenti di Consigli di Corso di Laurea in Chimica, Ulderico è stato sempre pronto a portare il suo contributo personale e dei colleghi che coordinava ad una discussione durata anni sulla riforma degli ordinamenti didattici mostrando una maniacale conoscenza del dettaglio e, contemporaneamente, fornendo la visione d'insieme necessaria a preparare strategie e raggiungere obiettivi. I Corsi di Laurea in Chimica che verranno attivati in tutta Italia nel prossimo Anno Accademico sono il frutto del suo lavoro di coordinamento all'interno della Società Chimica Italiana e della sua forza propositiva.

Ulderico è stato un interlocutore prezioso per la dedizione e l'attenzione con le quali ha coordinato le attività del Progetto Lauree Scientifiche, alcune seguendole in prima persona (come le attività di Orientamento e Formazione Insegnanti per l'area chimica), ad altre contribuendo in maniera determinante. Senza Ulderico le attività descritte in questo volume non sarebbero state realizzate con quella qualità che oggi è da tutti riconosciuta. È sembrato quindi

di
**Nicola
Vittorio**
Presidente
della Conferenza
Nazionale
dei Presidi
delle Facoltà
di Scienze
e Tecnologie

doveroso a tutto il gruppo di lavoro del Progetto Lauree Scientifiche dedicargli questo volume, al quale lui tanto ha lavorato.

Ulderico mancherà molto a tutti noi e tutti lo ricorderemo con molto affetto.

LE MOTIVAZIONI DEL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

Se guardiamo alla storia della nostra scuola, ci accorgiamo del pregiudizio che la condiziona da sempre e che ha creato ingiustificate gerarchie fra le discipline umanistiche e quelle scientifiche, a discapito di queste ultime.

Per lunga tradizione di impronta gentiliana, il cosiddetto «asse culturale» si è fondato sulle sole discipline umanistiche assunte come le uniche in grado di presiedere la formazione dei nostri ragazzi attraverso metodi di insegnamento che privilegiano le nozioni teoriche e i concetti astratti e rifuggono la didattica laboratoriale ritenuta più confacente agli studi tecnici e professionali che non esercitano il pensiero ma si limitano a preparare al lavoro.

Se a queste premesse si aggiunge l'erronea quanto diffusa convinzione secondo cui la formazione scientifica non trova sbocchi occupazionali ambiti e remunerativi, anche a causa degli esigui investimenti riservati alla ricerca, è facile comprendere le conseguenze che sono sotto gli occhi di tutti.

E mi riferisco ai segnali preoccupanti di fuga degli studenti dalle scuole tecniche e professionali verso i licei, ai risultati deludenti dei nostri studenti quindi-cenni nelle prove di matematica, scienze e risoluzione di problemi delle ultime indagini internazionali OCSE-PISA 2003 e 2006, nonché all'emorragia delle iscrizioni ai Corsi di Laurea di grande tradizione scientifica (Matematica, Fisica, Chimica) e di alta tecnologia (Informatica, Ingegneria elettronica...).

La situazione è diventata davvero critica: a fronte di un sistema produttivo mondiale che si evolve assorbendo quantità crescenti di sapere soprattutto scientifico e tecnologico, l'ignoranza diffusa di queste discipline, che ancora qualche umanista si permette di esibire con un certo vezzo, e l'esigua disponibilità di laureati diventano un fattore frenante per lo sviluppo.

E il fatto di essere in buona compagnia in Europa non deve farci sentire meno responsabili, ma piuttosto indurci a ricercare le strategie idonee per uscire da questa *impasse* che ci impoverisce sotto tutti i profili e che rischia di compromettere il futuro sociale ed economico del nostro Paese.

Il Progetto «Lauree Scientifiche» nasce da queste premesse con l'obiettivo per il Sistema Istruzione:

- di aumentare la diffusione della cultura scientifica all'interno della scuola media superiore coinvolgendo gli studenti degli ultimi tre anni in attività (curricolari ed extracurricolari) di orientamento e di laboratorio;

di
**Lucrezia
Stellacci**
Direttore Generale
per lo Studente -
MPI

- di avviare un processo di aggiornamento degli insegnanti di scuola media superiore, basato non sul seguire corsi formali di aggiornamento, ma sul favorire attività di ricerca/formazione sul campo.

A conferma della volontà di avviare un piano veramente sinergico e integrato tra Scuola e Università, il progetto vede il coinvolgimento di tre Direzioni generali per l'azione denominata «*Orientamento e formazione docenti di scuola secondaria di 2° grado*»: la Direzione Generale per lo Studente e il Diritto allo Studio del Ministero dell'Università e della Ricerca, la Direzione Generale per lo Studente e la Direzione Generale per il Personale della Scuola del Ministero della Pubblica Istruzione.

L'impegno del Ministero della Pubblica Istruzione a sostenere e incrementare le competenze scientifiche degli studenti è visibile anche in altri due progetti che fanno capo alla Direzione Generale per il Personale della Scuola, che hanno preso avvio in coerenza e continuità con il Progetto «Lauree Scientifiche»: trattasi del «*Piano ISS*» e del progetto «*M@t.abel*».

Il Piano ISS, avviato nell'anno scolastico 2006-07 e tuttora in corso, si rivolge agli insegnanti del I ciclo di istruzione e del biennio del secondo ciclo con l'obiettivo di orientare la formazione degli insegnanti attraverso azioni in grado di promuovere una più efficace didattica delle scienze sperimentali, produttiva di più alti livelli di *literacy* matematico-scientifica dei nostri studenti.

Il progetto M@t.abel, nato nella primavera del 2006, persegue l'obiettivo di sperimentare e validare una nuova metodologia di insegnamento-apprendimento che consenta di ovviare alle carenze rilevate dall'indagine internazionale OCSE-PISA sulla capacità degli studenti italiani di utilizzare le conoscenze matematiche e scientifiche apprese a scuola.

Elemento comune di tutti e tre i progetti è l'accento posto sulla necessità di curare la formazione dei docenti su di una didattica in grado di favorire il coinvolgimento attivo degli studenti nell'apprendimento delle discipline scientifiche. Infatti, nel Progetto «Lauree Scientifiche» le attività di orientamento per gli studenti hanno privilegiato gli aspetti laboratoriali: insegnanti e docenti universitari hanno collaborato a progettare e realizzare esperienze specifiche, tratte spesso dalla realtà di ogni giorno, da presentare ai ragazzi e realizzare con il coinvolgimento diretto dei medesimi nelle attività di laboratorio.

Per valutare il gradimento e l'efficacia delle esperienze, è stato distribuito, al termine delle attività, un questionario a studenti e professori da parte dell'Istituto IARD di Milano, con l'obiettivo di approfondire e verificare gli esiti del progetto, che si è aggiunto agli esiti del monitoraggio effettuato dai coordinatori dei progetti con la collaborazione del Polo Qualità di Milano.

La lettura degli esiti del questionario fa emergere il gradimento espresso da entrambe le categorie dei soggetti coinvolti nel progetto, soprattutto per le sue modalità operative.

Elemento comune di tutti e tre i progetti è l'accento posto sulla necessità di curare la formazione dei docenti su di una didattica in grado di favorire il coinvolgimento attivo degli studenti nello apprendimento delle discipline scientifiche

In particolare, alla domanda finale se valesse la pena di partecipare alle attività del progetto, oltre il 90% degli studenti risponde positivamente, comprovando il gradimento e la opportunità delle attività di laboratorio per la comprensione delle varie discipline.

Gli insegnanti, a loro volta, esprimono opinioni molto positive sulla ricaduta di queste attività nella didattica ordinaria, e plebiscitario è stato l'apprezzamento complessivo dell'iniziativa.

Il messaggio chiaro che ricaviamo dalla lettura delle opinioni dei diretti interessati è che è possibile intervenire e cambiare la didattica delle discipline garantendo nello stesso tempo la motivazione e il protagonismo degli studenti e, di conseguenza, prestazioni migliori in termini di apprendimento.

Si può, perciò, affermare che la «strategia» e il «modello» metodologico-didattico attuati dal PLS vanno nella direzione di un miglioramento delle competenze scientifiche dei nostri studenti e, contemporaneamente, di un cambiamento dei modelli di formazione dei docenti, segno evidente che le due cose sono strettamente collegate e possono coniugarsi insieme.

Le attività realizzate con l'azione «Orientamento e formazione docenti di scuola secondaria di 2° grado» evidenziano alcuni **punti di forza**, che possono e devono essere portati a sistema:

- il **lavoro congiunto**, sia di progettazione sia di realizzazione, **fra università e scuole**, fra docenti delle scuole e docenti universitari;
- la realizzazione e la pratica dei «**laboratori**», intesi non come spazi fisici attrezzati per le discipline scientifiche, ma come luoghi in cui gli studenti affrontano e sperimentano temi scientificamente rilevanti attraverso un approccio che privilegia la loro partecipazione attiva e significativa, che ha inizio con la progettazione e la valutazione congiunta di docenti delle scuole e docenti dell'università;
- l'approccio alle discipline scientifiche nei laboratori privilegiando **situazioni ordinarie**, facili a ritrovarsi nella vita quotidiana e a cui spesso non si presta attenzione (approccio nell'ordinarietà);
- un **modello di formazione in servizio dei docenti**, che si sviluppa attraverso la pratica dei laboratori, approfondita e completata con seminari specifici e corsi di perfezionamento o master. L'approccio, che si è rivelato efficace, è quello della ricerca attraverso l'azione e la riflessione successiva;
- la costruzione di un solido e analitico **sistema di monitoraggio** del progetto, ai vari livelli, unitario negli obiettivi e principi comuni, flessibile e aperto nelle azioni sviluppate localmente in piena autonomia. Questo sistema ha consentito di gestire, controllare e supportare lo stato di avanzamento delle attività dei singoli progetti locali, nonostante i numeri elevati delle adesioni al progetto;
- la realizzazione di «**prodotti**» disseminabili e fruibili da altre scuole e da altri docenti, che possono costituire materiale di documentazione e di rifles-

Le attività realizzate con l'azione «Orientamento e formazione docenti di scuola secondaria di 2° grado» evidenziano alcuni punti di forza, che possono e devono essere portati a sistema

sione utile alla progettazione di ulteriori azioni, specie nelle realtà più deboli (come mini-mostre e laboratori);

- il **gradimento** che hanno mostrato docenti e studenti coinvolti insieme nelle attività e la **motivazione** che esse hanno prodotto negli studenti, insieme con una nuova visione delle scienze, del loro insegnamento e della loro «utilità».

Il Progetto «Lauree scientifiche», nato da un protocollo d'intesa tra Scuola, Università e Confindustria e giunto con successo al termine della sua prima triennalità, come la documentazione contenuta nel presente volume andrà a dimostrare, rappresenta senza dubbio un modo nuovo e corretto di formare cittadini di una società della conoscenza dagli orizzonti sempre più ampi entro i quali la cultura umanistica e quella scientifica si integrano e si esaltano nell'unità del sapere.

L'auspicio è di riuscire a fondare su questi temi e su questa nuova modalità di lavoro interistituzionale un appuntamento ricorrente di riflessione, di approfondimento e rilancio che ci permetta di mettere a sistema le esperienze positive realizzate e su quelle costruirne altre di maggiore incisività ed efficacia.

Il Progetto
«Lauree
scientifiche»,
nato da
un protocollo
d'intesa tra
Scuola,
Università
e Confindustria
e giunto
con successo
al termine
della sua prima
triennalità,
rappresenta
un modo nuovo
e corretto
di formare

IL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

Il Progetto «Lauree Scientifiche» nasce inizialmente dall'esigenza di contrastare il drammatico calo di immatricolazioni ai Corsi di Laurea delle cosiddette scienze di base: Chimica, Fisica e Matematica. Questo fenomeno di portata internazionale è di solito indicato come la crisi delle «vocazioni scientifiche». Il termine è improprio perché altre lauree scientifiche (per esempio l'Ingegneria e la Medicina, la Biologia e l'Informatica) non hanno sofferto dello stesso fenomeno. Rimane il fatto che nel contesto europeo la carenza di una formazione scientifica è segnalata sia nei rapporti OCSE sia in quelli dell'Unione Europea che evidenziano la scarsa preparazione dei nostri studenti, a partire della scuola primaria fino alla formazione *post lauream*, nelle materie scientifiche. Il recente rilascio dei dati dell'indagine OCSE-PISA 2006 purtroppo conferma questo trend negativo posizionando l'Italia al 36° posto, prima di Portogallo e Grecia, e ben al di sotto di Finlandia, Hong Kong e Canada posizionate rispettivamente al primo, secondo e terzo posto. La critica è quella di non saper risolvere i problemi: non bisogna solo sapere cosa è un'equazione di secondo grado, bisogna anche saperla usare. Passar dal sapere al saper fare, un passaggio ancora non del tutto accettato da Scuola e Università, sposta il fuoco della discussione sul mondo del lavoro e sull'occupabilità di un individuo. L'occupabilità di un soggetto è data da quell'insieme di saperi, competenze di base (scolastiche), competenze tecniche (acquisite sul posto di lavoro) e competenze trasversali (non legate a uno specifico lavoro), che l'individuo ha raccolto e portato a frutto durante il suo percorso formativo, lavorativo e di vita. Il drammatico calo di immatricolazioni ai Corsi di Laurea scientifici renderà sempre più difficile trovare laureati ad alta qualificazione professionale. È del tutto evidente che bisogna raccordare meglio Scuola e Università, perché le competenze acquisite nella Scuola possano essere appieno sfruttate nell'Università, così come è del tutto evidente che bisogna raccordare meglio l'Università e il mondo del Lavoro perché le competenze acquisite durante il percorso universitario possano essere sfruttate al meglio in un contesto lavorativo.

Il «grido di allarme» sull'«emergenza» tecnico-scientifica, lanciato da più parti e da diverso tempo, è stato raccolto nel nostro Paese anche grazie a circostanze particolarmente favorevoli:

1. l'unificazione dei due Ministeri competenti in materia di istruzione e formazione che ha consentito di avere una visione globale del percorso formativo e quindi di adottare strategie coordinate, coerenti e integrate nell'ottica di un obiettivo finale unico;

di
**Olimpia
Marcellini**
Direttore Generale
per lo Studente
e il Diritto
allo Studio - MIUR

2. le collaborazioni già messe in campo con il mondo produttivo e delle imprese;
3. la «spinta» della Conferenza dei Presidi delle Facoltà Scientifiche che da svariato tempo segnala la preoccupante flessione degli iscritti ai diversi corsi di laurea delle facoltà scientifiche.

Peraltro la nuova consapevolezza di raccordo tra scuola, università e impresa risulta già evidenziata nelle «regole» dettate dalla riforma universitaria di cui al DM 509/99 tra le quali si ritrova l'obbligo di stabilire un collegamento strutturale tra l'Università e il mondo delle imprese in modo da costruire percorsi formativi coerenti con le esigenze di competitività e capaci di facilitare il passaggio dei giovani dalla scuola al lavoro. A tal fine è stato introdotto per la prima volta l'obbligo, per la determinazione dell'offerta formativa, di una interazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale del mondo della produzione. Inoltre si introduce il concetto di debito formativo all'ingresso del percorso universitario, con l'obbligo da parte delle università a dotarsi di strumenti adatti per consentirne il recupero.

In tale nuovo scenario, si colloca la necessità di strutturare il rapporto tra i soggetti interessati a contrastare il disinteresse dei giovani verso le scienze e riportare la formazione scientifica ai livelli indispensabili per la crescita del Paese. È stato così costituito, in ambito ministeriale, un Tavolo Tecnico MIUR-Confindustria-Conferenza dei Presidi delle Facoltà Scientifiche che ha affrontato le problematiche, individuato obiettivi specifici a medio e lungo termine, discusso le possibili azioni, verificata la loro fattibilità e infine ha formalizzato una proposta articolata, coerente e concreta delle attività da porre in essere.

I lavori del Tavolo Tecnico si sono protratti per diverso tempo ed è sulla base dei conseguenti elaborati che il Ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca ha emanato le «Linee Guida del Progetto Lauree Scientifiche» nel marzo 2005. In tale documento ministeriale vengono individuati:

- le finalità e gli obiettivi da raggiungere;
- le linee di azione;
- le modalità di presentazione dei progetti dei soggetti proponenti;
- le risorse finanziarie.

In risposta a queste linee guida le università hanno proposto nove progetti coordinati dalla Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie: quattro sull'orientamento formativo degli studenti e sulla crescita professionale degli insegnanti in servizio; tre sulla formazione universitaria di I livello, sulle attività di stage e sui percorsi *post lauream*; uno su un programma di borse di studio; uno su azioni trasversali a supporto e a valutazione delle iniziative intraprese. La descrizione dei progetti verrà presentata in questo volume dal coordinatore nazionale del progetto, il prof. Nicola Vittorio, e dai coordi-

natori nazionali dei quattro progetti di orientamento studenti e formazione insegnanti: il prof. Ulderico Segre, la prof.ssa Josette Immè, il prof. Gabriele Anzellotti, il prof. Michele Catti.

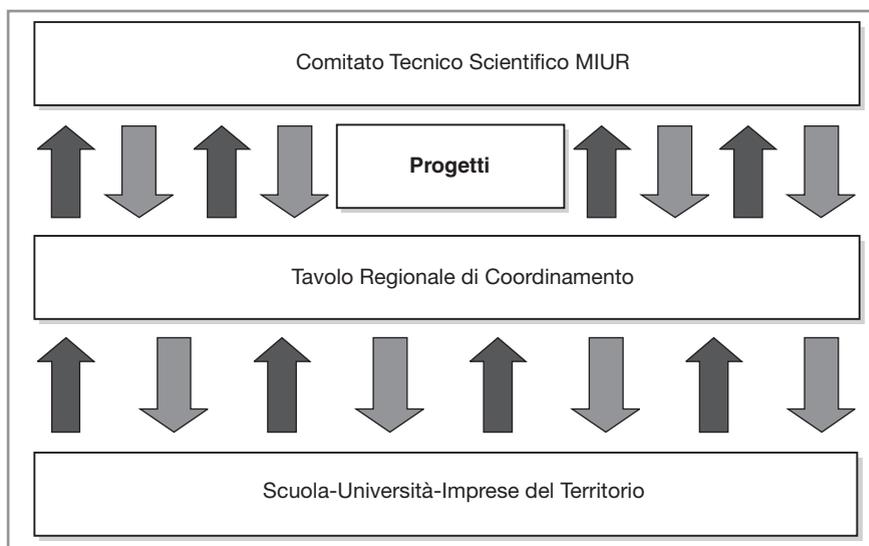
Rispetto a quanto messo precedentemente in campo nei vari àmbiti, soprattutto in quello dell'orientamento studenti e formazione insegnanti, il salto di qualità prodotto dal Progetto «Lauree Scientifiche» può essere individuato nei seguenti fattori:

- aver creduto nella possibilità di realizzare «un sistema integrato» su tutto il territorio nazionale;
- aver fatto dialogare tra loro tutti gli attori già impegnati nel settore formativo;
- aver dedicato allo scopo risorse finanziarie non irrilevanti.

Infatti, il Progetto «Lauree Scientifiche» ha avuto per gli anni scolastici/accademici 2005-06 e 2006-07 un finanziamento complessivo di 8,5 milioni di euro: 6,5 milioni di euro su fondi della Direzione Generale per lo Studente e il Diritto allo Studio del Dipartimento per l'Università; 2,0 milioni di euro dal Dipartimento per l'Istruzione (0,5 milioni di euro dalla Direzione Generale per la Formazione e 1,5 milioni di euro dalla Direzione Generale per lo Studente). Va sottolineato che le università hanno creduto in questo progetto partecipando con un finanziamento di circa 2,7 (più del 20%). In totale i nove progetti hanno potuto quindi contare su di un importo complessivo di oltre 11 milioni di euro.

Al progetto hanno partecipato più di 30 sedi universitarie. Questo ha richiesto un sistema di coordinamento delle varie sedi, di monitoraggio delle varie azioni e di valutazione delle varie iniziative. Per far vivere il Progetto «Lauree Scientifiche» si è proceduto prima alla creazione di un Comitato Tecnico Scientifico, di nomina ministeriale, di cui fanno parte il prof. Enrico Predazzi e il prof. Nicola Vittorio per la Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze; la dr.ssa Giancarla Babino per Confindustria; le tre direzioni che hanno contribuito al finanziamento del progetto. Compito del Comitato Tecnico Scientifico era quello di valutare i progetti e di monitorarne lo stato di avanzamento. Questa attività è stata portata avanti nel corso dei passati due anni e ha visto la tempestiva e dettagliata consegna delle relazioni delle attività realizzate, così come dei relativi rendiconti finanziari. Già questo va considerato come un successo, viste le dimensioni del Progetto «Lauree Scientifiche» e la difficoltà potenziale di un vero e proprio coordinamento.

Per far vivere il Progetto «Lauree Scientifiche» si è proceduto alla creazione di un Comitato Tecnico Scientifico, di nomina ministeriale



Per essere sicuri che la filosofia del progetto (mettere insieme scuola, università e imprese) fosse poi effettivamente applicata nelle varie sedi si è proceduto a formalizzare la realizzazione di Tavoli Regionali di Coordinamento

Per essere sicuri che la filosofia del progetto (mettere insieme scuola, università e imprese) fosse poi effettivamente applicata nelle varie sedi si è proceduto a formalizzare la realizzazione di Tavoli Regionali di Coordinamento a cui hanno partecipato in maniera paritaria Uffici Scolastici Regionali, Atenei, Associazioni di imprese. Questa struttura organizzativa verrà descritta più in dettaglio dal contributo della professoressa Speranzina Ferraro all'interno di questo volume. Lo scopo dei Tavoli Regionali era di monitorare che sul territorio si creasse quella rete tra scuola università e imprese che, a livello di progettazione, era ritenuta essenziale per il successo dell'iniziativa. Dal contributo della professoressa Ferraro emerge un quadro complessivamente positivo dell'organizzazione del progetto e della sua realizzazione.

Come verrà approfondito in molti altri contributi, il Progetto «Lauree Scientifiche» ha avuto il merito di definire uno «standard» per questo tipo di progetti, introducendo due elementi di novità:

1. l'interazione stretta, collaborativa, strategica tra Scuola, Università e Impresa come unico mezzo per affrontare cambiamenti di sistema strutturali, anche nell'ambito delle lauree scientifiche;
2. il laboratorio come metodologia di insegnamento, dove lo studente applica il «sapere» e impara a «saper fare».

Da questo punto di vista il Progetto «Lauree Scientifiche» parte da un problema particolare, quello del crollo delle immatricolazioni ai Corsi di Laurea in Chimica, Fisica e Matematica per poi aprirsi ad affrontare un problema ben più generale: la diffusione della cultura scientifica nella scuola secondaria e l'insegnamento delle materie scientifiche con un forte approccio laboratoriale.

L'Italia ha bisogno di giovani con una forte formazione scientifica, capaci di far progredire culturalmente, socialmente, economicamente il nostro Paese. I Paesi che sono in grado di scoprire, inventare e applicare cose nuove, sono Paesi dove il benessere generale è più elevato e dove la qualità della vita di tutti migliora sempre di più. La cultura scientifica educa al *problem solving* e ci colloca nel rapporto con i problemi in modo attivo e positivo, aiuta a conquistare la conoscenza e non a subirla. Paradossalmente oggi «scientifico» è sinonimo di razionalismo esasperato, di una mentalità quadrata che non guarda alla sfumature, e vede il mondo come bianco o nero. Invece, è proprio la scienza, che insegna ad analizzare la vita e a trovare risposte tenendo in considerazione la complessità dei problemi, senza schemi precostituiti. È proprio questo studio della complessità che consente alle scienze di base di andare a investigare e intervenire in ambiti molto differenziati che possono andare dal mercato finanziario fino all'esplosione di una supernova, passando per la costruzione di un telefonino o di un PC.

Questo è l'altro aspetto su cui il Progetto «Lauree Scientifiche» ha fatto molto. Cercare di far capire ai giovani quale sono le prospettive di lavoro che una carriera scientifica consente di avere, far vedere agli studenti laboratori universitari e di enti di ricerca sia pubblici sia privati, per capire quali siano i mille mestieri del chimico, del fisico o del matematico. Questo è un punto molto importante perché molto richiesto dai ragazzi: e poi cosa faccio?

Quindi, ben venga un orientamento formativo che faccia anche vedere le prospettive di lavoro di laureati scientifici, che faccia capire come una laurea scientifica consenta oggi, in situazioni non propriamente facili, di trovare lavoro come e a volte più dei laureati di riferimento: gli ingegneri e i medici.

È lo studio della complessità che consente alle scienze di base di andare a investigare e intervenire in ambiti molto differenziati che possono andare dal mercato finanziario fino all'esplosione di una supernova

SCUOLA, UNIVERSITÀ E MONDO DEL LAVORO: LA FILIERA DEL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

1 • INTRODUZIONE

Nel marzo del 2000, a Lisbona¹, il Consiglio Europeo si è posto l'obiettivo strategico di fare dell'Europa «l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale». La cosiddetta «Strategia di Lisbona» prevede il raggiungimento di questo obiettivo entro il 2010 e assegna a istruzione e formazione un ruolo cruciale per lo sviluppo economico. C'è da dubitare fortemente che allo stato attuale delle cose si possa arrivare a questo obiettivo nei tempi previsti (non solo in Italia) e comunque è certo che esso non potrà essere raggiunto se i sistemi di istruzione e formazione della Unione Europea non sapranno essere competitivi a livello mondiale. Val la pena ricordare che il Consiglio dei Ministri dell'Istruzione del maggio 2003 ha individuato cinque aree prioritarie d'intervento; tra queste c'è l'aumento dei laureati in matematica, scienze e tecnologia – un aumento di almeno il 15% entro il 2010 – con un forte riequilibrio di genere. Questo anche per contrastare la cosiddetta «crisi delle vocazioni scientifiche» che ha prodotto negli anni Novanta del XX secolo un drastico calo di immatricolazioni nei corsi di laurea delle scienze cosiddette di base (la Chimica, la Fisica e la Matematica) nella maggior parte dei Paesi industrializzati.

Nel 2005, i Capi di Stato e di Governo dell'Unione Europea hanno deciso di rilanciare la Strategia di Lisbona individuando come obiettivi irrinunciabili la crescita economica e l'occupazione, approvando orientamenti integrati per la crescita e l'occupazione nel triennio 2005-08. Ciascun Paese membro è dunque stato chiamato a redigere un piano nazionale per elencare le riforme e le altre misure di competenza nazionale necessarie per raggiungere gli obiettivi della Strategia di Lisbona. Il Piano italiano, presentato nell'ottobre del 2005, prevede esplicitamente il sostegno alle lauree scientifiche.

di
Nicola Vittorio
Dipartimento
di Fisica,
Università di Roma
«Tor Vergata»:
nicola.vittorio@
roma2.infn.it

Enrico
Predazzi
Dipartimento
di Fisica Teorica,
Università
di Torino:
predazzi@to.infn.it

1. www.europarl.europa.eu/summits/lis1_it.htm

Per quanto riguarda l'Italia, vi sono due elementi di preoccupazione strettamente collegati alla crisi delle vocazioni scientifiche. Il primo riguarda il forte *turnover* generazionale che ci sarà nei prossimi anni per gli insegnanti di materie scientifiche delle Scuole superiori (e anche delle Università). Occorre quindi essere pronti per assicurare il ricambio necessario e cogliere l'opportunità di un rinnovamento e di un miglioramento qualitativo dell'insegnamento. Il secondo riguarda invece il futuro stesso del Paese. In Italia, il rilancio della scienza di base e il potenziamento degli investimenti di alta tecnologia, attesi ormai da anni, sono condizioni irrinunciabili per ambire a essere competitivi sul piano internazionale. Non sarà possibile raggiungere questo obiettivo senza un numero adeguato di ricercatori e tecnici ad alta qualificazione professionale nel campo della scienza e della tecnologia da inserire nel mondo della ricerca (pubblica e privata), nelle imprese e nelle amministrazioni (pubbliche e private).

Incentivare le immatricolazioni ai corsi universitari nelle scienze di base rientra quindi in un progetto ampio, strutturato, utile a riportare in auge settori importanti del panorama degli studi universitari, contribuendo a formare una filiera che leghi direttamente il mondo della scuola a quello universitario e a quello del lavoro. Questo è proprio l'obiettivo innovativo del Progetto «Lauree Scientifiche»², promosso da MUR³, MPI⁴, Confindustria⁵ e Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie⁶. I risultati del progetto, che oggi possiamo cominciare a cogliere dopo due anni di attività, danno ampiamente ragione alla strategia seguita.

2 • UNA PANORAMICA INTERNAZIONALE

La crisi delle vocazioni scientifiche nelle scienze di base, e non solo⁷, ha interessato a partire dagli anni Novanta tutti i Paesi industrializzati. Sta per vedere la luce una pubblicazione (*Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*⁸) conseguenza di un gruppo di lavoro OCSE (in inglese OECD⁹) che nel 2005 ha concluso i suoi lavori con un convegno che si è tenuto ad Amsterdam il 14 e 15 novembre 2005 (cui rimandiamo per maggiori dettagli).

2. www.progettolaureescientifiche.it

3. www.mur.it

4. www.istruzione.it

5. www.confindustria.it

6. www.con-scienze.it

7. La geologia è un importante settore che attraversa una crisi troppo sottovalutata specialmente in un Paese a rischio geologico come il nostro.

8. Il libro *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies* può essere ordinato direttamente a Concetta Miano: Concetta.miano@oecd.org

9. www.oecd.org

Incentivare le
immatricolazioni
ai corsi
universitari
nelle scienze
di base rientra
quindi
in un progetto
ampio,
strutturato,
utile
a riportare
in auge settori
importanti
del panorama
degli studi
universitari

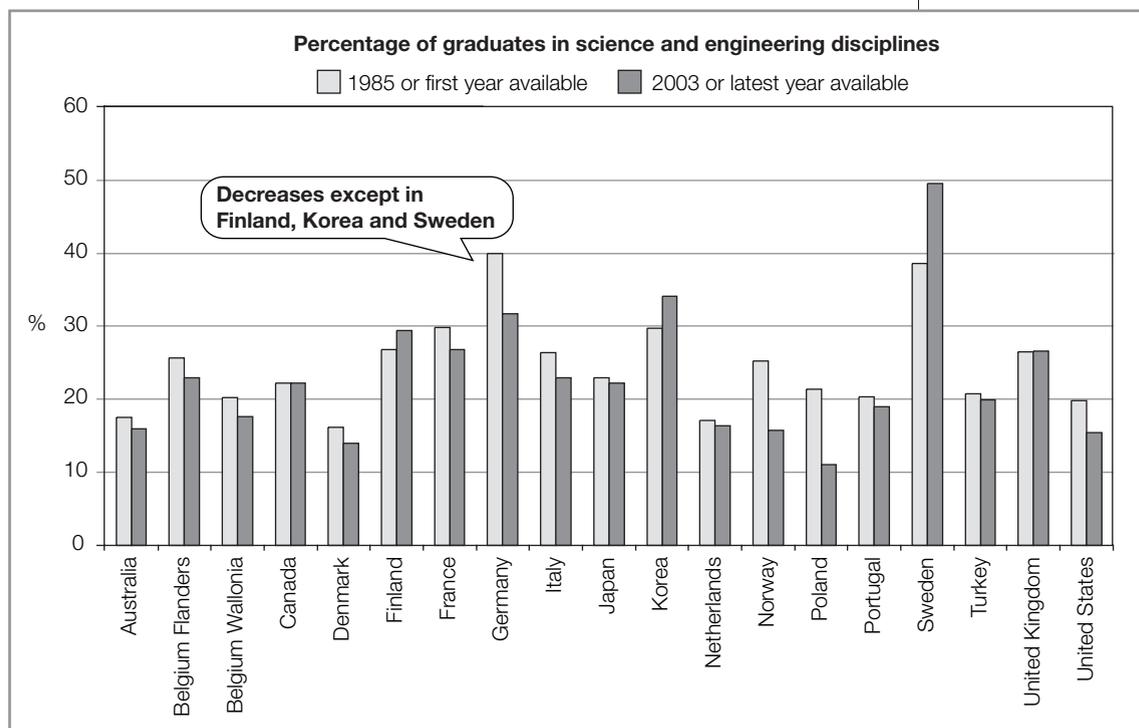
Rimarchevole che gli unici Paesi europei a non denunciare un calo nelle immatricolazioni in scienze e ingegneria (che apparirebbe molto più grave se limitato alle sole scienze) siano stati Finlandia e Svezia, cioè gli unici Stati che, in forte controtendenza con il resto dei Paesi, avevano investito fortemente in queste discipline (vedi Figura 1).

Il rapporto cita molti fattori come possibili cause per questo crescente disinteresse dei giovani nei confronti delle scienze e ne ha analizzati in particolare cinque:

1. l'immagine della scienza e della tecnologia e degli operatori in S&T (Scienza e Tecnologia);
2. le carriere in S&T;
3. educazione e curricula in S&T;
4. formazione, qualificazione e aggiornamento degli insegnanti;
5. problemi di genere e di minoranze etniche.

Il rapporto osserva anche che la situazione esemplificata in Figura 1 appare molto più drammatica se riferita alla matematica e alle scienze fisiche, anche a

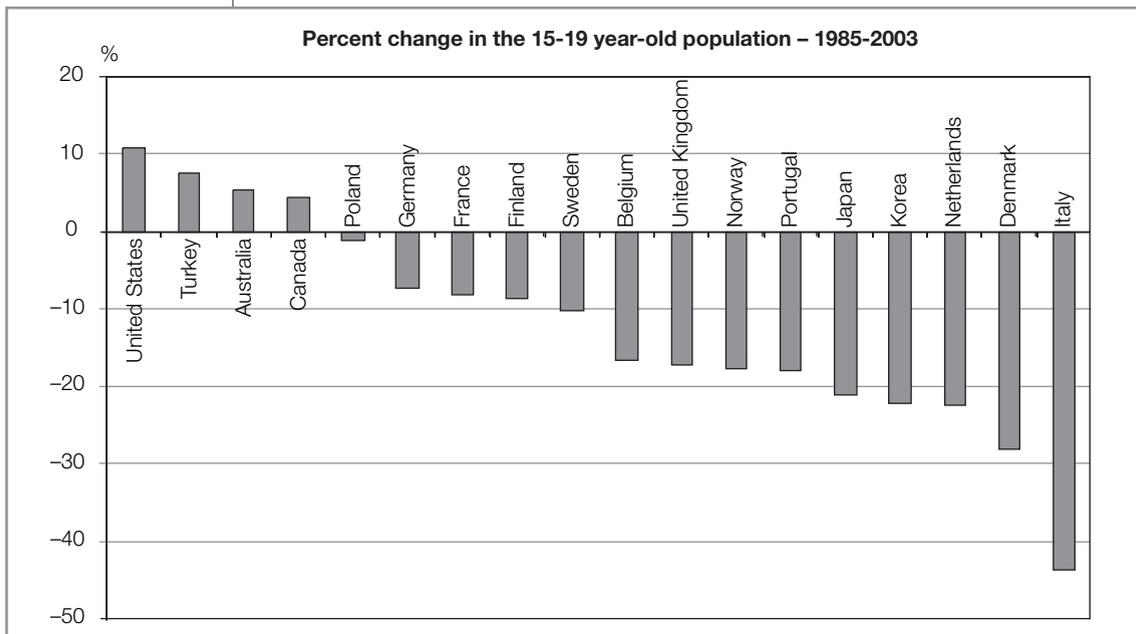
▼ Figura 1



causa dell'andamento demografico della popolazione giovanile, in declino in quasi tutti i Paesi OCSE e, in particolar modo, in Italia come mostra la Figura 2. L'andamento demografico negativo si è riflesso, in effetti, in un declino delle immatricolazioni (a tutte le Facoltà) che ritornano a crescere soltanto dopo il 2000 e cioè dopo l'entrata in vigore della riforma del sistema universitario¹⁰ (vedi Figura 3). Il rapporto OCSE dice: «Questo rallentamento o declino ha avuto inizio verso la metà degli anni Novanta e si tratta di un andamento comune a molti Paesi. Per esempio, in Francia il numero di laureati in Fisica è diminuito del 37% a partire dal 1995 e del 18% in Matematica. In Germania, la flessione a partire dal 1993 è stata del 50% in Fisica e del 33% in Matematica a partire dal 1996. Negli Stati Uniti il declino è stato del 9% in Fisica e dell'11% in Matematica tra il 1996 e il 2001». In tutti questi casi, le flessioni di cui si parla si riferiscono agli anni fino al 2001.

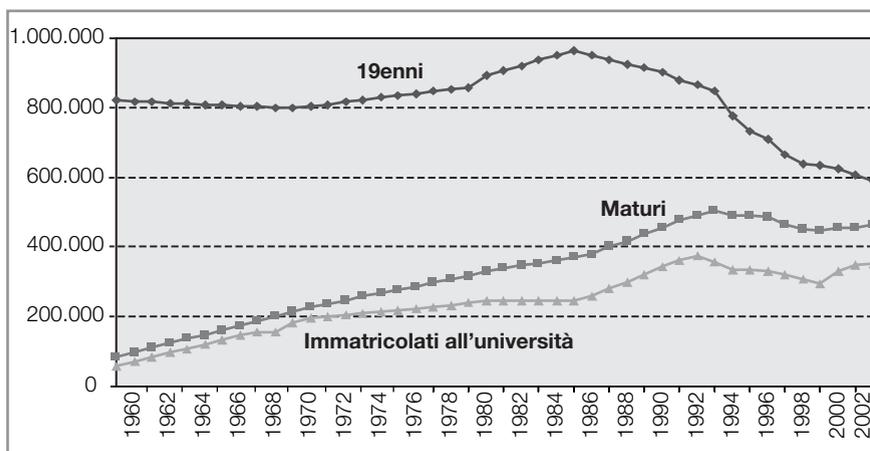
In Italia è andata ancor peggio: Matematica da 4400 studenti nel 1989 a 1600 nel 2000 (-63%); Fisica da 3200 nel 1989 a 1300 nel 1998 (-59%); Chimica da 2300 nel 1989 a 1300 nel 2000 (-44%). Dati simili per Geologia. Ma avvenivano forti travasi in altre discipline: Informatica passava da 3300 nel 1996

▼ Figura 2



10. Il DM 509/99 e successivamente il DM 270/04 riformano la struttura della formazione universitaria, che con il cosiddetto «3+2» introduce la Laurea (di durata triennale e attiva dall'Anno Accademico 2001-02) e la Laurea Magistrale (di durata biennale e attiva dall'Anno Accademico 2004-05).

▼ Figura 3



a 8500 nel 2002, Biologia da 7800 nel 1989 a 10500 nel 2004 e Biotecnologie da 0 nel 1991 a 4500 nel 2005, a dimostrazione del fatto che la crisi delle materie scientifiche di base non può essere imputata solo al calo demografico. Non abbiamo la possibilità di esaminare altri aspetti del rapporto OCSE quali le frazioni e gli andamenti di iscritti a studi scientifici di minoranze e/o stranieri, i quali sarebbero peraltro interessantissimi non tanto per l'Italia di oggi ma per quello che potrebbero insegnare su quale sarà la prevedibile evoluzione per l'Italia di domani.

Fra le (molte) considerazioni e conclusioni importanti del rapporto OCSE, limitiamoci ad alcuni punti conclusivi.

Risultati positivi:

- Nella maggior parte dei Paesi le statistiche mostrano un'immagine piuttosto positiva della scienza fra il pubblico.
- Gli studi in S&T sono considerati positivi per la società e per la sua evoluzione.
- Gli scienziati sono tra le categorie di cui il pubblico si fida di più.

Risultati neutri o di valenza ambigua:

- Il pubblico generale non si trova a suo agio con il linguaggio e con i termini con cui vengono spesso comunicate le scoperte scientifiche.
- S&T sono spesso considerati argomenti scarsamente attrattivi.

Risultati negativi:

- Vi sono preoccupazioni ricorrenti su punti specifici quali la biologia riproduttiva o gli organismi geneticamente modificati, ma questi non sembrano influenzare la percezione complessiva della scienza.
- I giovani hanno idee molto vaghe sulle professioni in S&T.

La crisi delle materie scientifiche di base non può essere imputata solo al calo demografico

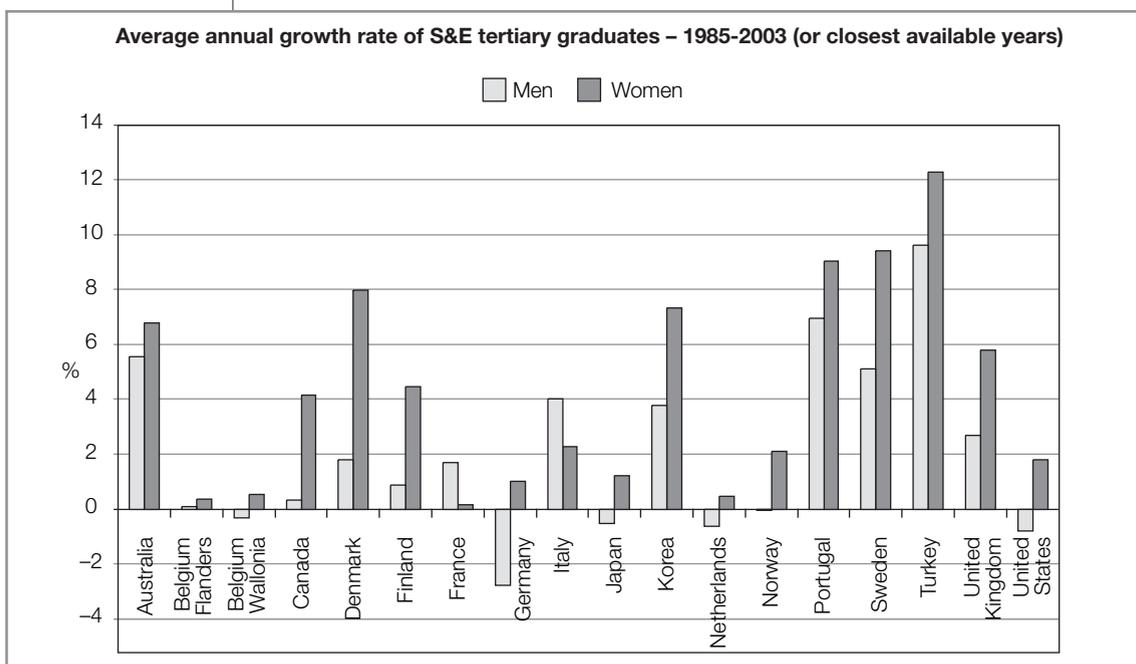
Un ultimo commento negativo riguarda la collocazione dell'Italia in rapporto ai finanziamenti italiani alla ricerca provenienti dall'industria rispetto ai finanziamenti statali. Come è (arci)noto, uno dei problemi del rilancio delle scienze in Italia che ci riporta all'apertura del discorso sul possibile (impossibile) raggiungimento del traguardo di Lisbona 2000 del 3% del PIL dedicato alla ricerca entro il 2010, riguarda proprio la scarsità dei finanziamenti per la ricerca che provengono dal mondo delle imprese (il 40% del totale in Italia contro una media europea del 53,4% e punte del 69% in Finlandia). Questo problema, a cui i vertici di Confindustria hanno dedicato la massima attenzione, ha cause ben note, in prima linea la frammentazione in una miriade di Piccole e Medie Imprese. I rimedi, tuttavia, sono tutti da scoprire o, al più, ancora da attuare.

3 • QUESTIONI DI GENERE

Fra le ulteriori notizie negative che riguardano l'Italia (in questo frangente insieme alla Francia), registriamo l'andamento di minor crescita nel periodo 1985-2003 delle lauree della componente femminile negli studi scientifici in controtendenza rispetto a quanto succedeva in questi anni nella maggior parte dei Paesi OCSE (vedi Figura 4).

La presenza femminile negli studi universitari è fortemente cresciuta negli ultimi anni, tuttavia resta sempre inferiore a quella maschile soprattutto nelle

▼ Figura 4



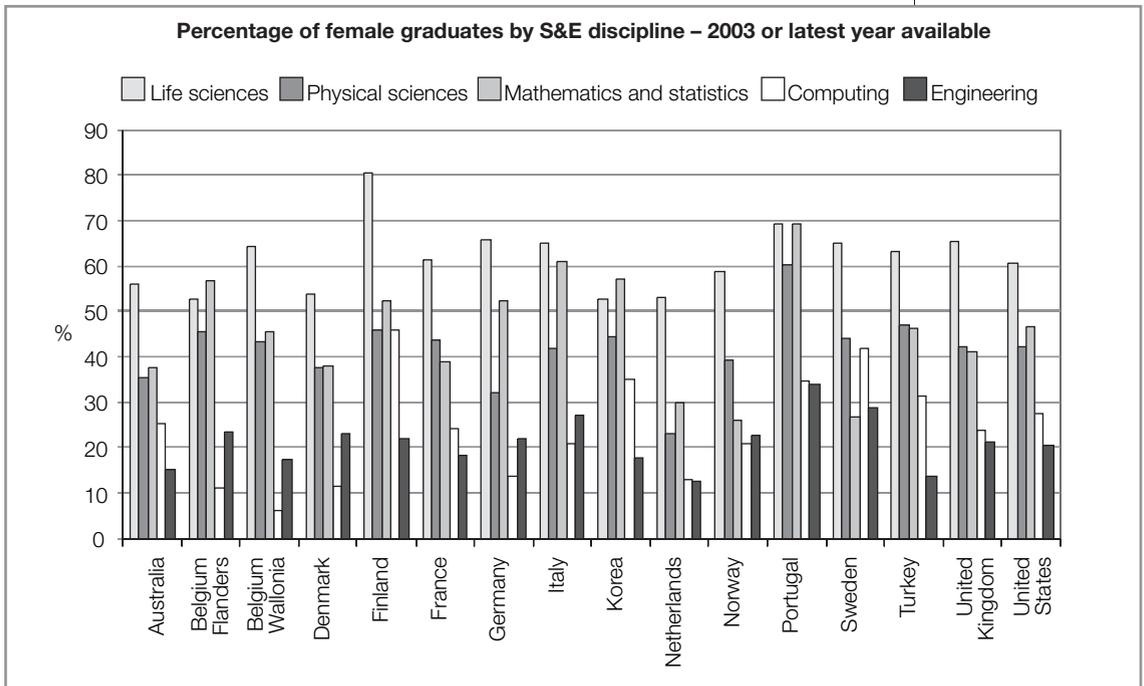
aree scientifiche strategiche. Dice il rapporto OCSE: «nella maggior parte dei Paesi, la frazione di ragazze nelle discipline in S&E (Scienza e Ingegneria) è ben al di sotto del 50%. In generale la frazione di ragazze è fra il 20 e il 30% e pochi sono i Paesi dove sono più del 35% (Portogallo e Canada sia per matricole che per laureate) o meno del 20% (Giappone, Olanda)».

In altre parole (e questo è un andamento omogeneo nei diversi Paesi), mentre la presenza femminile negli studi terziari supera di molto quella maschile nelle scienze della vita, in alcune discipline (quali fisica e informatica, ma anche ingegneria), il numero delle ragazze resta basso in maniera allarmante (Figura 5). Le conclusioni del rapporto OCSE segnalano che «Studentesse (ma anche studenti di diverse minoranze etniche e culturali) soffrono per le attese esterne (da parte di genitori, parenti, insegnanti e della società stessa). Soffrono anche della mancanza di modelli adeguati (scienziate famose, membri della famiglia) con cui identificarsi e rischiano di trovarsi isolate in gruppi omogenei di studenti delle discipline scientifiche».

La fotografia italiana della presenza femminile nelle varie aree disciplinari riproduce quella internazionale: alcune Facoltà e alcuni Corsi di Laurea sono prevalentemente «maschili» (la fisica, l'informatica, l'ingegneria per esempio), mentre altri sono prevalentemente «femminili» (le scienze della vita, le scienze della formazione, il settore linguistico, quello psicologico e, sempre più, il set-

Mentre la presenza femminile negli studi terziari supera di molto quella maschile nelle scienze della vita, in alcune discipline il numero delle ragazze resta basso in maniera allarmante

▼ Figura 5



tore sanitario). Esiste lo stereotipo che le studentesse non amino le scienze di base e non riescano nelle materie scientifiche. Indagini recenti sulla condizione occupazionale dei laureati¹¹ mostrano chiaramente che nell'area scientifica la percentuale di laureati è di poco maggiore rispetto a quella delle laureate, e che nell'area chimico-farmaceutica la percentuale è a favore delle laureate, così come nel settore geo-biologico o in quello medico. Un'analisi più approfondita dei corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica mostra una situazione chiaramente «maschile» per la Fisica¹², ma una situazione equilibrata per la Chimica (il rapporto è 1:1) e una decisamente a favore delle laureate in Matematica (3:7).

Il livello medio d'istruzione della popolazione italiana è cresciuto costantemente grazie alla popolazione femminile che permane all'interno del sistema formativo sino ai cicli più avanzati della formazione stessa. Ma all'eccellente background formativo non corrisponde un altrettanto qualificato inserimento a livello professionale. Le ragioni di tale situazione, pur con sfumature diverse, condivisa a livello internazionale, riportano al «naturale» ruolo femminile: quello materno. La maternità, infatti, secondo stereotipi antichi, mal si coniuga con la carriera scientifica, soprattutto in quella fascia di età – 25-40 anni – che richiede il massimo delle energie e della concentrazione sul lavoro. Evidentemente i soli interventi legislativi, pur fortemente necessari e auspicabili, non sono sufficienti a risolvere la situazione. La soluzione del problema passa attraverso un certo numero di azioni, che richiedono tutte tempi lunghi, ma che sono tutte ugualmente ineludibili, urgenti e non rinviabili.

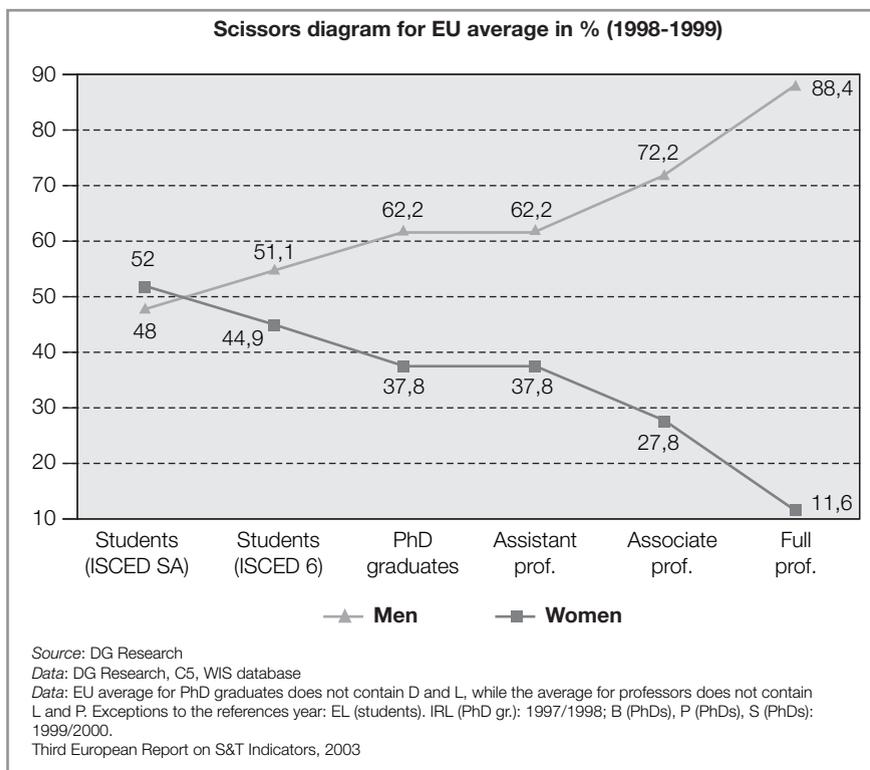
La maternità, secondo stereotipi antichi, mal si coniuga con la carriera scientifica, soprattutto in quella fascia di età - 25-40 anni - che richiede il massimo delle energie e della concentrazione sul lavoro

- Azioni di sensibilizzazione per una cultura scientifica scevra da «barriere di genere». A partire dalle scuole di primo grado si dovrebbe agire per far «metabolizzare» l'idea che il mondo scientifico non è predominio maschile.
- Azioni di politica tipo quelle che negli USA vanno sotto il nome di *affirmative actions* (cioè politica apertamente a favore di minoranze). Anche se la situazione sta lentamente migliorando, l'evoluzione tradizionale del confronto fra la carriera di un uomo e di una donna da studente a ricercatore a professore associato fino a ordinario è drammatica (vedi Figura 6 che si riferisce alla situazione europea di qualche anno fa – ma quella statunitense era, se possibile, perfino più sfavorevole). Come già detto, la situazione sta migliorando ma le disparità permangono fortissime.
- Azioni di orientamento delle famiglie alla cultura scientifica. Laddove, infatti, il retroterra familiare delle studentesse guardasse con maggior favore al

11. www.almalaurea.it; stella.cilea.it

12. Il rapporto tra laureati e laureate è di 6:4, ma era assai più elevato il rapporto tra studenti e studentesse all'ingresso dell'Università: altrimenti detto, le studentesse hanno un risultato migliore dei loro colleghi maschi.

▼ Figura 6



loro inserimento nel mondo della ricerca, le aspiranti ricercatrici si affaccerebbero a esso con minor reticenza.

- Azioni di «abbattimento delle barriere sociali» attraverso la previsione di servizi di supporto alle «mamme ricercatrici», quali la presenza di asili nido nelle Università, ovvero attraverso la non interruzione dell'assegno di ricerca o di borse di studio per ragioni di maternità.
- Azioni di educazione sociale nei confronti delle famiglie; accade, per esempio, che mentre la famiglia tende a insistere con un ragazzo se ha delle difficoltà scolastiche, tende invece a riorientare gli studi di una figlia nelle stesse condizioni.
- Azioni di educazione sociale nei confronti delle ragazze, fin dall'infanzia; un fenomeno comune, evidenzia il rapporto OCSE citato sopra, è che, posta di fronte a una eventualità di competizione con un suo compagno di scuola, una bambina tende a ritirarsi dalla gara.

4 • PERCEZIONE DEGLI STUDI SCIENTIFICI DA PARTE DEGLI STUDENTI

Non c'è dubbio che nelle società moderne le scelte individuali siano sempre più influenzate da mode e tendenze. La scelta di un percorso formativo universi-

«Abbattimento delle barriere sociali», educazione sociale nei confronti delle famiglie e delle ragazze sono alcune delle azioni da intraprendere

Sicuramente c'è un distacco molto profondo tra lo studio e l'insegnamento di una materia scientifica da parte di studenti e insegnanti e la conoscenza delle prospettive di lavoro che con quella materia si possono aprire

tario non fa eccezione a questa regola. Questo fatto è aggravato da scarsa informazione e dall'esistenza di stereotipi che da sempre caratterizzano alcuni corsi di laurea. C'è la convinzione diffusa¹³ che le carriere scientifiche abbiano una bassa ricaduta sociale e non offrano prospettive di lavoro interessanti (in rapporto alla loro difficoltà). Sembra poi essere diffusa, fra le ragazze, la percezione che questi studi non abbiano la ricaduta di utilità sociale che offrono altre tipologie di studi (tipicamente nelle scienze sanitarie e della vita). Sarebbe vitale riuscire a far capire che le collocazioni di utilità sociale di certi studi possono essere molto diverse, ma non meno importanti. Occorrerebbe quindi smontare la convinzione che la matematica sia noiosa, la fisica incomprensibile e la chimica dannosa. Tutto questo non è cosa di poco conto, ha radici profonde e sottolinea la bassa diffusione della cultura scientifica nel nostro Paese. Sicuramente c'è un distacco molto profondo tra lo studio e l'insegnamento di una materia scientifica da parte di studenti e insegnanti e la conoscenza delle prospettive di lavoro che con quella materia si possono aprire.

Questa percezione di mancata spendibilità è d'altra parte ampiamente smentita dagli studi sulla condizione occupazionale dei laureati degli ultimi anni¹⁴. Il grado di occupazione (a cinque anni dalla laurea) dei laureati nelle scienze di base dell'anno 2000 risulta essere del 78,5% per la Chimica, del 70,9% per la Fisica, dell'87,9% per la Matematica e del 95,2% per le Scienze Statistiche. Quando si applica una definizione meno restrittiva di «occupati», includendo tra questi anche i laureati che stanno seguendo percorsi di formazione postlaurea retribuita, per esempio il dottorato di ricerca, queste percentuali salgono al 92,2% per la Chimica, all'88,2 per la Fisica e al 93,7% per la Matematica. Secondo AlmaLaurea i laureati in Chimica del 2000 (a 5 anni dalla laurea) lavorano prevalentemente nel settore dell'energia e dell'estrazione mineraria (37,5%), nel settore chimico e petrolchimico (37,5%), nel settore manifatturiero (12,4%) e nel settore istruzione, formazione, ricerca e sviluppo (12,6%). I laureati in Fisica dello stesso anno lavorano prevalentemente nel settore elettronica ed elettrotecnica (11,7%), nel settore informatica ed elaborazione dati (12,6%) e nel settore istruzione, formazione, ricerca e sviluppo (36%). I laureati in Matematica nel 2000 lavorano prevalentemente nel settore informatica ed elaborazione dati (15,1%) e nel settore istruzione, formazione, ricerca e sviluppo (57,7%). Questi dati contraddicono uno dei luoghi comuni più diffusi, cioè la mancata spendibilità sul mercato del lavoro di questi titoli di studio. Università, scuola e mondo del lavoro devono lavorare insieme per monitorare come le carriere in ambito scientifico/tecnologico evolvono in termini di ruoli, competenze e prospettive, e per informare i giovani sulle possibilità di

13. Questo punto sarà ripreso più avanti in questo articolo e in vari altri contributi di questo volume. Facciamo in particolare riferimento al contributo di N. Terzi e M. Frattini.

14. www.almalaurea.it; stella.cilea.it

questi lavori. Università, scuola e mondo del lavoro devono lavorare insieme anche per realizzare un processo di crescita professionale degli insegnanti di materie scientifiche mirato in particolare a sviluppare le capacità di orientamento sia sugli aspetti propriamente disciplinari sia sulle prospettive occupazionali dei laureati scientifici.

In occasione della edizione 2006 dei Giochi della Fisica è stato distribuito agli studenti partecipanti un questionario volto a rilevare le loro opinioni sugli studi universitari di fisica. Un'iniziativa analoga si è svolta in occasione dei Giochi della Chimica tenutisi nel maggio 2006, con un questionario simile a quello utilizzato per le Olimpiadi della Fisica. Anche nel corso delle selezioni per le Olimpiadi della Matematica (maggio 2006) è stato distribuito agli studenti partecipanti un questionario largamente analogo ai precedenti.

È interessante riportare il risultato¹⁵ di questa indagine. Gli studenti chiaramente richiedono che le attività di orientamento non si limitino a illustrare l'organizzazione del corso di studio in Chimica, Fisica e Matematica di questa o quella Università, e diano elementi di conoscenza del mercato del lavoro a cui si può accedere con una laurea in Chimica, in Fisica o in Matematica. Per la maggior parte degli intervistati la spendibilità sul mercato del lavoro del titolo di studio è un fattore necessario nella scelta del percorso universitario. Pochi sono gli studenti che però non sceglierebbero un corso di studi di tipo scientifico solo perché non porta a un lavoro con una elevata retribuzione finale.

Quest'ultimo è un punto interessante. Uno degli argomenti che normalmente vengono addotti per giustificare il cosiddetto calo delle vocazioni scientifiche è quello della mancanza di prospettive economiche adeguate allo sforzo richiesto dal corso di studio. L'ottavo Rapporto del Consorzio Interuniversitario Alma Laurea¹⁶ sulla condizione occupazionale dei laureati fa l'analisi degli stipendi dei laureati in Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Statistiche a 5 anni dalla laurea. I risultati sembrano in parte contraddire l'assioma. Infatti per i laureati in Chimica (1418 euro mensili) e Fisica (1392 euro mensili) il salario medio è inferiore solo a quello dei laureati nell'Area Medica e di Ingegneria ed è confrontabile con quello dell'Area Economico-Statistica o dall'Area politico-sociale. La situazione è in media un po' meno favorevole per i laureati in Matematica (presumibilmente per uno sbocco professionale meno retribuito nell'ambito della scuola).

Gli studenti intervistati ritengono che per superare la crisi delle vocazione scientifiche sia necessario muoversi su due fronti principali: aumentare le ore di attività di laboratorio a scuola; avere la possibilità di fare stage presso università e

Per la maggior parte degli intervistati la spendibilità sul mercato del lavoro del titolo di studio è un fattore necessario nella scelta del percorso universitario

15. Si rimanda all'articolo di U. Segre su «Chimica e Industria» (n° 9 del novembre 2006) e al sito laurescientifiche.science.unitn.it/?page=10 per i risultati del questionario delle Olimpiadi della Matematica.

16. www.almalaurea.it

Fanno riflettere le risposte date dagli studenti intervistati alla domanda: «Pensate di iscrivervi a un Corso di Laurea in Chimica, Fisica o Matematica?». Tra il 30% e il 40% ha risposto: «Decisamente no»

laboratori di ricerca. In altre parole, misurarsi sugli aspetti pratici e sperimentali della disciplina, e avere la percezione di cosa voglia dire fare il chimico, il fisico o il matematico, partecipando alla vita quotidiana di un istituto e/o di un laboratorio di ricerca. Questo è perfettamente in linea con le attività di Orientamento del Progetto «Lauree Scientifiche» e con la valutazione degli esiti del PLS¹⁷.

Fanno riflettere le risposte date dagli studenti intervistati alla domanda: «Pensate di iscrivervi a un Corso di Laurea in Chimica, Fisica o Matematica?». Il 30% dei partecipanti ai Giochi della Chimica, il 40% dei partecipanti alle Olimpiadi della Matematica e il 40% dei partecipanti alle Olimpiadi della Fisica hanno risposto: «Decisamente no». Questa risposta si presta a due possibili letture. Considerando la situazione di contesto, assumiamo che gli intervistati siano studenti che riescono molto bene nelle materie scientifiche, perché le capiscono e, molto probabilmente, perché si divertono. Quindi la risposta «decisamente no» può essere interpretata come «la chimica (o la fisica, o la matematica) non sarà il mio futuro professionale perché ho anche altri interessi», oppure come «non credo di poter avere un futuro professionale come chimico (o fisico, o matematico) che sia di mia soddisfazione e ben pagato». Questa seconda lettura confermerebbe la percezione negativa da parte dei ragazzi degli studi universitari nelle scienze di base e richiederebbe, quindi, specifiche azioni di orientamento. In ogni caso, circa il 50% degli intervistati dichiara di non aver ancora maturato una scelta definitiva (speriamo non per tranquillizzare l'intervistatore).

Più del 50% degli studenti che invece hanno dichiarato di aver già maturato una scelta e di volersi iscrivere a un Corso di Laurea in Chimica, in Fisica o in Matematica, ha come obiettivo quello di diventare un ricercatore. Solo il 20% aspira a lavorare nell'industria e meno del 10% dichiara interesse per l'insegnamento. Anche questa ultima risposta è motivo di riflessione e di grossa preoccupazione.

5 • IL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

Abbiamo volutamente fatto una panoramica per sottolineare quanto urgente fosse promuovere azioni di sistema che, specificatamente per le lauree delle scienze di base, avessero l'obiettivo di affrontare alcune delle problematiche sopra discusse.

Le motivazioni generali che sono alla base del Progetto sono state già accennate nelle sezioni precedenti. Vogliamo qui ricordare e approfondire i due elementi di preoccupazione che abbiamo citato brevemente nell'Introduzione:

17. Vedi il contributo di Nice Terzi e Michela Frontini in questo volume. Vedi anche www.progettolaureescientifiche.it

1. il *turnover* generazionale degli insegnanti nelle scuole secondarie sarà particolarmente rilevante nei prossimi anni. Per questo motivo è strategico favorire il reclutamento di insegnanti giovani, preparati, entusiasti e motivati, interessati all'insegnamento per il ruolo sociale di altissimo profilo che esso comporta e non come un ripiego in assenza di impieghi migliori. Questo importante obiettivo si ottiene: i) aumentando il numero di laureati nelle discipline scientifiche di base orientati all'insegnamento; ii) riducendo i tempi di formazione degli insegnanti; iii) riducendo i tempi del loro inserimento lavorativo nell'ambito di un piano di reclutamento di medio periodo che veda la realizzazione di serie procedure valutative e iv) rivalutando non solo ma anche economicamente le carriere nell'insegnamento. Sono ormai svariati anni che l'urgenza del porre mano a questo settore viene sconfitta sia da difficoltà oggettive di sciogliere nodi molto complessi sia da interessi di gruppi e settori particolari;
2. In un mondo che sempre più dipende dalle conoscenze scientifiche e tecnologiche, sarà difficile soddisfare la richiesta di ricercatori e tecnici ad alta qualificazione professionale se il numero di studenti, e quindi di laureati, nelle scienze di base non raggiunge livelli adeguati e se, inoltre, non si creano i presupposti perché i nostri migliori laureati non lascino il nostro Paese attratti dalle migliori condizioni salariali e di lavoro di altri Paesi. Non si dimentichi che l'Italia è il solo Paese OCSE in cui il numero di ricercatori è *diminuito in termini reali* negli anni Novanta e che in alcune aree scientifiche si stimano al 30% i ricercatori italiani che hanno trovato rifugio nella sola Francia. È opportuno, pertanto, fornire a livello di scuola superiore una più adeguata preparazione nelle materie scientifiche di base e rendere esplicito il bagaglio di conoscenze scientifiche che sono alla base della tecnologia usata – consapevolmente o inconsapevolmente – tutti i giorni, così come è necessario potenziare l'interazione tra Università e Impresa al fine di favorire l'inserimento dei migliori studenti sul mercato del lavoro. In altre parole, bisogna rafforzare la sinergia e la complementarità tra l'istruzione superiore, la formazione universitaria e la ricerca pubblica e privata per stimolare l'innovazione e l'occupazione mediante la mobilità dei giovani ricercatori e la creazione di una rete di centri di eccellenza.

Il Progetto «Lauree Scientifiche» (PLS) risponde a questa esigenza e nasce, come già ricordato, da un programma di collaborazione tra MIUR, MPI, Confindustria e Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie. Al di là delle motivazioni ed, entro certi limiti, perfino al di là dei risultati che verranno sperabilmente raggiunti, è importante sottolineare la straordinaria unicità di un progetto che è riuscito a promuovere la collaborazione fra tre entità tradizionalmente così poco inclini a riconoscersi come partner quali sono, da sempre, la Scuola, l'Università e il mondo delle Imprese. Va anche sottolineato

Bisogna rafforzare la sinergia e la complementarità tra l'istruzione superiore, la formazione universitaria e la ricerca pubblica e privata per stimolare l'innovazione e l'occupazione mediante la mobilità dei giovani ricercatori e la creazione di una rete di centri di eccellenza

che il Progetto «Lauree Scientifiche» è stato analizzato con speciale interesse nell'ambito dello studio OCSE ricordato nei paragrafi precedenti.

Il PLS si pone una serie di obiettivi:

- rendere chiaro e coerente, per la prima volta in Italia, tutto il percorso di un giovane che vuole avvicinarsi alla scienza di base, dalla Scuola all'Università al mondo del Lavoro;
- aumentare la diffusione della cultura scientifica all'interno della scuola superiore coinvolgendo gli studenti degli ultimi tre anni in attività (anche extracurricolari) di orientamento e di laboratorio;
- avviare un processo di crescita professionale degli insegnanti delle scuole superiori, basato su attività innovative di ricerca/formazione in campo laboratoriale;
- incrementare il numero degli immatricolati a corsi di laurea delle classi 21 (Chimica), 25 (Fisica) e 32 (Matematica), incentivando le immatricolazioni di giovani talenti;
- potenziare l'inserimento di questi laureati nel mondo del lavoro, incentivando lo stage *pre* e *postlauream* presso le aziende, e identificando le competenze richieste dal mercato del lavoro.

Al fine di raggiungere questi obiettivi, il PLS si è strutturato in nove progetti nazionali, di cui sette con una chiara connotazione disciplinare:

Al fine di raggiungere questi obiettivi, il PLS si è strutturato in nove progetti nazionali, di cui sette con una chiara connotazione disciplinare

1. Orientamento studenti e formazione insegnanti – Chimica (*Coordinatore: prof. U. Segre*).
2. Orientamento studenti e formazione insegnanti – Fisica (*Coordinatore: prof. J. Immè*).
3. Orientamento studenti e formazione insegnanti – Matematica (*Coordinatore: prof. G. Anzellotti*).
4. Orientamento studenti e stage – Scienza dei Materiali (*Coordinatore: prof. M. Catti*).
5. Formazione triennale, stage e *postlauream* – Chimica (*Coordinatore: prof. E. Castellucci*).
6. Formazione triennale, stage e *postlauream* – Fisica (*Coordinatore: prof. J. Immè*).
7. Formazione triennale, stage e *postlauream* – Matematica (*Coordinatore: prof. A. Russo*).
8. Borse di studio per Chimica, Fisica e Matematica (*Coordinatore: prof. P. Cannarsa*).
9. Azioni generali (*Coordinatore: dr. P. Natoli*).

Il PLS ha avuto un finanziamento di 8,5 milioni di euro, provenienti per 6,5 milioni di euro dalla Direzione Generale per lo Studente e il Diritto allo Studio del Dipartimento per l'Università (MUR), per 0,5 milioni di euro dalla Direzione Generale per la Formazione (MPI), e per 1,5 milioni di euro dalla Direzione Generale per lo Studente (MPI). A questi finanziamenti occorre aggiungere i fondi messi a disposizione dai singoli atenei e da altri soggetti pubblici e privati, che ammontano nell'insieme a circa 2,7 milioni di euro, raggiungendo così l'importo complessivo di oltre 11 milioni di euro. Il PLS è stato operativo per gli anni scolastici 2005-06 e 2006-07 e dovrebbe continuare anche per l'anno scolastico 2007-08.

Prima di concludere questa sezione, vogliamo menzionare una delle prime realizzazioni del PLS, cioè il portale web: www.progettolaureescientifiche.it. Questo sito vuole essere innanzitutto il luogo istituzionale che presenta il Progetto nella sua interezza, dalla fase di ideazione e progettazione alla fase di raccordo delle varie realtà coinvolte, dalla realizzazione allo sviluppo e alla sua conclusione. È il punto di partenza per chi vuole sapere cosa è il Progetto «Lauree Scientifiche», quali sono i suoi obiettivi, cosa sta facendo e come, quali sono i protagonisti, quali realtà ha coinvolto, quali azioni ha intrapreso. Con il massimo della semplicità e della funzionalità, il portale offre informazioni chiare e adeguate su più livelli per poter essere pienamente fruibile da soggetti di diversi tipi: lo studente delle scuole, il professore, il docente universitario, il personale degli Enti di Ricerca, il dirigente d'impresa, il rappresentante delle Istituzioni, il personale delle Associazioni e delle Federazioni Industriali, il semplice curioso.

Il portale è lo strumento chiave per la collaborazione e lo scambio di informazioni tra le varie realtà coinvolte su tutte le azioni del Progetto per permettere a tutti di essere a conoscenza delle attività in corso e in progettazione, per verificare lo status generale dell'andamento del Progetto in ogni singolo campo, per offrire la possibilità di mettere in contatto diverse esperienze e poter permettere l'inserimento di nuovi soggetti, per dare accesso a tutta la vasta gamma di contenuti prodotti. Questo tipo di attività richiede un'azione redazionale puntuale e continua, in grado di aggiornare, con scadenza quindicinale, le iniziative e le notizie. Il sito ha anche una sezione di divulgazione scientifica con il calendario dei principali eventi programmati su tutto il territorio nazionale.

6 • ORIENTAMENTO STUDENTI E FORMAZIONE INSEGNANTI

Avevamo anticipato nel Paragrafo 4 l'opinione degli studenti che nel 2006 hanno partecipato alle Olimpiadi della Fisica, alle Olimpiadi della Matematica e ai Giochi della Chimica: per superare il crollo delle vocazioni scientifiche è necessario aumentare le ore di laboratorio a scuola. A confermare questa indicazione esistono vari studi che sottolineano come una delle cause della scarsa cultura scientifica sia l'inefficacia dei metodi didattici usati per l'insegnamento

Il sito del Progetto «Lauree Scientifiche» è il punto di partenza per chi vuole sapere cosa è il Progetto, quali sono i suoi obiettivi, cosa sta facendo e come, quali sono i protagonisti, quali realtà ha coinvolto, quali azioni ha intrapreso

delle scienze stesse. In altre parole, occorrerebbe che la costruzione dei saperi scientifici si realizzasse maggiormente attraverso l'interazione della teoria con gli aspetti pratici e sperimentali delle discipline che si studiano, anche al fine di informare gli studenti in merito a che cosa voglia dire concretamente fare il mestiere del fisico, del chimico o del matematico.

Negli altri Paesi europei l'utilizzo dei laboratori scientifici è parte integrante del processo di apprendimento dei ragazzi. In Inghilterra, per esempio, metà delle ore dedicate all'insegnamento della Chimica e della Fisica sono attività curriculari di laboratorio. In Italia invece, l'utilizzo dei laboratori scientifici nelle scuole è una pratica di norma trascurata, anche per la mancanza di personale tecnico preposto alla preparazione delle esperienze e al mantenimento delle apparecchiature. Inoltre, il laboratorio è considerato spesso solamente come un luogo fisico, e dovrebbe invece essere inteso anche come una diversa metodologia di insegnamento, complementare alla lezione «frontale», dove i ragazzi sono coinvolti in prima persona e divengono gli attori dell'apprendimento. Il laboratorio quindi come una modalità di lavoro degli studenti per pensare-realizzare-valutare attività vissute in modo condiviso e partecipato con altri studenti, per integrare i saperi disciplinari, per valorizzare il territorio come risorsa per l'apprendimento. L'insegnamento delle materie scientifiche basato sul laboratorio dovrebbe essere pensato come una vera e propria operazione culturale a vantaggio di tutti gli attori della scuola, con conseguenze positive sia sulla crescita professionale degli insegnanti in servizio sia sull'orientamento attivo degli studenti alle scelte universitarie.

È proprio con questa logica che le attività di orientamento del PLS hanno privilegiato gli aspetti laboratoriali dove insegnanti e docenti universitari hanno collaborato insieme in maniera assolutamente paritaria (questa è stata una novità di rilievo) nel progettare e realizzare attività e specifiche esperienze da far fare ai ragazzi.

Queste attività sono state realizzate anche presso le Università consentendo così ai ragazzi di familiarizzare con i docenti, con il personale e con le strutture che li ospiteranno durante i loro studi universitari. Va ricordato che il Progetto «Lauree Scientifiche» organizza queste attività di orientamento per gli studenti degli ultimi tre anni delle scuole superiori, al fine di poter operare, a regime, un'azione di orientamento per tutto l'ultimo triennio delle scuole superiori.

A livello nazionale, i quattro progetti di orientamento (per la Chimica, la Fisica, la Matematica e la Scienza dei Materiali) hanno coinvolto più di trenta Atenei (vedi Tabella 1) e oltre 50.000 studenti in più di 2000 scuole di ogni tipologia: Licei Scientifici, Istituti Tecnici Industriali, Licei Classici, Istituti Professionali, Magistrali e altro (vedi Tabelle 2 e 3). Hanno visto la partecipazione attiva di oltre 1300 docenti universitari, circa 2500 insegnanti di scuola secondaria superiore e più di 320 professionisti di associazioni industriali e/o imprese.

L'insegnamento delle materie scientifiche basato sul laboratorio dovrebbe essere pensato come una vera e propria operazione culturale a vantaggio di tutti gli attori della scuola

Tabella 1 • Progetti locali – Sedi universitarie, per Regione e per area

Regione	Chimica	Fisica	Matematica	Sc. Materiali
Abruzzo	0	1	1	0
Basilicata	1	0	1	0
Calabria	1	1	1	1
Campania	2	1	2	1
Emilia Romagna	5	4	4	1
Friuli-Venezia Giulia	1	2	2	0
Lazio	2	3	3	1
Liguria	1	1	1	1
Lombardia	4	5	5	1
Marche	1	1	1	0
Piemonte	1	2	1	1
Puglia	1	2	2	1
Sardegna	2	0	1	1
Sicilia	3	4	3	0
Toscana	2	3	2	0
Trentino-Alto Adige	0	1	2	0
Umbria	1	1	1	0
Veneto	2	1	1	2
TOTALE	30	33	34	11

Un'analisi più approfondita delle azioni di orientamento per gli studenti e crescita professionale per gli insegnanti verrà svolta nel seguito di questo volume dai coordinatori nazionali: il prof. Ulderico Segre, la prof.ssa Josette Immè, il prof. Gabriele Anzellotti e il prof. Michele Catti.

Vogliamo qui ricordare che il coordinamento nazionale di queste attività è stato fortemente voluto dalla Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze, anche al fine di sperimentare e, poi, confrontare iniziative diverse nate in contesti territoriali molto differenziati. Il coordinamento (prima), il monitoraggio (durante) e la valutazione (dopo) dei progetti di orientamento e formazione insegnanti ha richiesto la realizzazione di uno strumento di gestione flessibile ed efficace. Proprio per questo è stato realizzato dal Polo Qualità di Milano¹⁸, in stretta collaborazione con i coordinatori nazionali dei progetti, un database

Il coordinamento nazionale di queste attività è stato fortemente voluto dalla Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze, anche al fine di sperimentare e, poi, confrontare iniziative diverse nate in contesti territoriali molto differenziati

18. http://www.requs.it/oggetto_single.asp?pagina=616

nazionale in cui i progetti locali inseriscono opportuni dati essenziali e descrizioni sulle attività ed esperienze realizzate, fra cui i nomi e riferimenti delle scuole e delle imprese coinvolte. Questo ha consentito di monitorare e classificare le attività, descrivendole in modo confrontabile grazie a un *format* opportunamente predisposto d'intesa con i Coordinatori Nazionali. Il risultato è stato di avere la mappa nazionale delle esperienze di collaborazione tra Scuola, Università e mondo del Lavoro, nonché l'individuazione e la classificazione delle buone pratiche sia in relazione a parametri di qualità (rispondenza degli obiettivi con gli obiettivi generali del PLS, livello di collaborazione Scuola-Università-Impresa, innovatività del progetto per la scuola ed efficacia rispetto all'apprendimento disciplinare e all'orientamento alle lauree scientifiche, numero di studenti e di docenti coinvolti, coinvolgimento di soggetti esterni alla scuola, modalità di valutazione degli apprendimenti, soddisfazione degli studenti, soddisfazione dei docenti, ecc.) sia in relazione alle caratteristiche di efficacia, flessibilità, replicabilità nel tempo e in altri contesti di queste iniziative. Tutto questo è attualmente disponibile in formato elettronico sul sito ReQuS¹⁹ e sarà a breve consultabile pubblicamente anche sul sito del PLS²⁰.

Tabella 2 • Numero di Istituti scolastici coinvolti nelle singole aree

Area	Scuole
Chimica	626
Fisica	633
Matematica	590
Scienza dei Materiali	219
TOTALE	2.068

Una prima autovalutazione delle attività messe in campo dal PLS è stata realizzata mediante appositi questionari somministrati agli studenti e agli insegnanti coinvolti nelle singole iniziative di orientamento per valutare il gradimento e l'efficacia delle esperienze

Una prima autovalutazione delle attività messe in campo dal PLS, oltre a quella attuata direttamente dai Coordinatori Nazionali dei progetti, è stata realizzata mediante appositi questionari somministrati agli studenti e agli insegnanti coinvolti nelle singole iniziative di orientamento per valutare il gradimento e l'efficacia delle esperienze²¹.

Il gradimento degli studenti risulta elevato in tutte le risposte. In particolare, alla domanda finale se valesse la pena di partecipare all'attività del Progetto «Lauree Scientifiche» oltre il 90% degli studenti risponde positivamente, comprovando l'efficacia delle attività di laboratorio per la comprensione delle varie

19. <http://www.requs.it/>

20. www.progettolaureescientifiche.it

21. Vedi il contributo di Nice Terzi e Michela Frattini in questo volume.

discipline. Per quanto riguarda gli insegnanti, sono state rilevate opinioni molto positive sulla ricaduta di queste attività nella didattica ordinaria, e plebiscitario è stato l'apprezzamento complessivo dell'iniziativa.

Tabella 3 • Numero di scuole coinvolte, per tipo e per area

Tipologia	Chimica	Fisica	Matematica	Scienza dei Materiali	Totale
Istituto Comprensivo	21	24	39	14	98
Istituto d'Arte	2	2	2	0	6
Istituto Magistrale	9	5	14	6	34
Istituto Professionale	21	8	6	1	36
Istituto Tecnico Commerciale	23	4	22	3	52
Istituto Tecnico per Geometri	10	8	5	0	23
Istituto Tecnico Industriale	111	84	46	52	293
Istituti Tecnici – Altri	37	35	21	6	99
Liceo Artistico	5	5	5	1	16
Liceo Classico	93	66	69	27	255
Liceo Linguistico	6	3	1	1	11
Liceo Scientifico	250	321	265	90	926
Liceo Scientifico Tecnologico	16	10	3	3	32
Scuola Elementare	0	0	17	0	17
Scuola Media	0	9	21	0	30
Istituti altri	17	45	54	15	131
Tipologia non indicata	5	4	0	0	9
TOTALE	626	633	590	219	2.068

Vogliamo concludere questo paragrafo ricordando la realizzazione del Booklet «Quattro idee per il futuro: riflessioni e orientamento per gli studenti in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali»²². Il Booklet ha l'obiettivo di informare gli studenti tra i 16 e i 19 anni sulla scienza di base, sui corsi universitari nelle scienze di base e sui possibili sbocchi professionali che questi corsi possono offrire. Il Booklet si configura quindi come uno strumento di semplificazione e, nello stesso tempo, di catalogazione di alcuni elementi

²². Il Booklet «Quattro idee per il futuro: riflessioni e orientamento per gli studenti in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali» è scaricabile dal sito web: <http://www.progettolautoreescientifiche.it/cgi-bin/WebObjects/pls.woa/wa/QWDDirectAction/download?file=49>

centrali dei contenuti del PLS. L'asse portante è quello della valorizzazione delle potenzialità culturali e lavorative di una scelta di studi scientifici, con una particolare attenzione alla centralità dell'acquisizione delle competenze specifiche e di *problem solving* tipiche di questa tipologia di studi. Al centro del Booklet vi è quindi l'offerta di una immagine più precisa, più «a fuoco», della cultura scientifica sia nei suoi aspetti disciplinari, sia in quelli interdisciplinari. È sottolineato il valore sociale, individuale e culturale dell'attività scientifica. Nello stesso tempo, sono spiegate con precisione le potenzialità che vengono dall'acquisizione di competenze spendibili sul mercato del lavoro. Competenze che si interfacciano in modo trasversale rispetto alle discipline, e che contemporaneamente si formano e crescono nei diversi percorsi di studio disciplinari. Una particolare attenzione viene dedicata alla presentazione di esempi di professioni, carriere e ricerche che si possono intraprendere grazie alle lauree scientifiche. In questo modo, si viene incontro alla attenzione molto forte di una maggiore chiarezza sulla dimensione professionale di un laureato in materie scientifiche.

Notoriamente il *target* degli adolescenti è uno dei più difficili da coinvolgere. Per ottenere il miglior risultato possibile, è stata effettuata un'indagine preliminare per definire contenuti e scelte stilistiche che meglio si potessero adattare agli adolescenti. Si è poi voluto verificare quanto il prodotto realizzato fosse a misura di studente e, quindi, utile al raggiungimento degli obiettivi prefissati. Questa ricerca si basa sulla somministrazione di questionari, articolati in domande aperte e chiuse, rivolti direttamente ai destinatari del lavoro: gli studenti di età compresa tra i 16 e i 19 anni. Sono stati coinvolti complessivamente 242 studenti di 6 scuole superiori di Roma e Bologna. I risultati ottenuti sembrano confermare l'appagamento delle curiosità degli studenti riguardo al mondo universitario e alle prospettive di lavoro offerte.

Per quanto riguarda i contenuti, gli studenti dichiarano di essere interessati soprattutto: a conoscere i possibili sbocchi lavorativi offerti dal corso di laurea; alla problematica legata al calo delle iscrizioni e alla fuga dei cervelli; a una o più delle discipline presentate; ai guadagni e alla varietà di mestieri a cui si accede con queste lauree. Seguono i gradimenti per la presentazione dei corsi (con la spiegazione del sistema di crediti), le testimonianze dei laureati nelle scienze di base e gli stage presso enti di ricerca e mondo del lavoro. Da segnalare, al terzo posto, il giudizio sulla modalità di presentazione dei contenuti, riferito sia alla chiarezza dei testi sia al modo in cui sono illustrati gli argomenti. Questo sottolinea l'importanza del tipo di linguaggio usato e delle scelte stilistiche che riguardano il tono e il modo in cui sono presentati i vari argomenti.

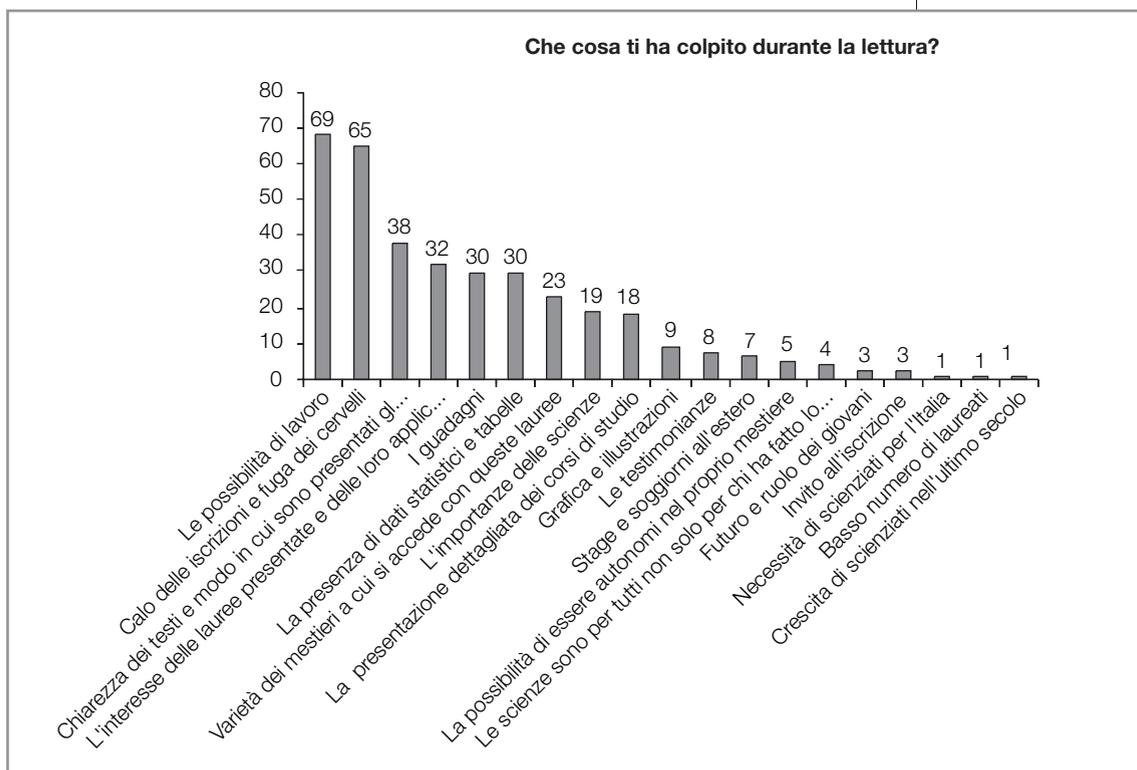
Un ultimo commento. Durante l'indagine preliminare, i ragazzi avevano dichiarato di essere stati colpiti dal calo delle iscrizioni (di cui non sapevano), dall'importanza di scegliere una carriera utile per il nostro Paese e dalla pos-

Questa ricerca si basa sulla somministrazione di questionari, articolati in domande aperte e chiuse, rivolti direttamente ai destinatari del lavoro: gli studenti di età compresa tra i 16 e i 19 anni

sibilità di accedere a una miriade di mestieri. Quest'ultimo aspetto li aveva sorpresi particolarmente perché si allontanava molto dal loro immaginario. Durante la fase di valutazione alla domanda «Quali sono i primi tre mestieri che può fare un chimico, un fisico, un matematico o uno scienziato dei materiali?» la maggior parte delle risposte (sempre sopra l'80%) ha indicato l'insegnante o il ricercatore. Anche questa piccola ricerca, quindi, sottolinea come nell'immaginario collettivo le lauree scientifiche diano accesso solo alla carriera di insegnante o a quella di ricercatore, entrambe ormai piuttosto dequalificate, perché i professori guadagnano poco e i ricercatori sono costretti ad andare all'estero.

Un altro dato che emerge in maniera netta da questo studio è che gli studenti conoscono poco il mondo accademico, non sanno dell'esistenza del calo delle iscrizioni alle facoltà scientifiche e li colpisce il fatto che l'Italia abbia bisogno di scienziati per il suo sviluppo economico presente e futuro. Tutto questo mostra quanto sia necessario fornire risposte concrete e commisurate alle richieste di informazione degli studenti.

▼ Figura 7



7 • FORMAZIONE TRIENNALE, STAGE E POSTLAUREAM

L'introduzione del cosiddetto «3+2» ha comportato un notevole sforzo organizzativo da parte degli Atenei per la modifica di regolamenti e norme, di obiettivi e contenuti dei Corsi di Laurea, per l'adozione di un sistema didattico a moduli con applicazione del sistema dei crediti, per rivedere le prove di profitto, introdurre tirocini e laboratori. La riforma è stata avviata a «costo zero» e i risultati sono dovuti in gran parte alla buona volontà che, se pure spesso non riconosciuta, non manca nel nostro sistema universitario. I titoli rilasciati dalle università alla fine di ciascuno dei tre livelli della formazione terziaria (laurea, laurea magistrale e dottorato) non sono stati completamente metabolizzati né dall'opinione pubblica né dal mondo del lavoro. Infatti, i primi laureati triennali sono usciti dal sistema universitario italiano nell'estate del 2004 e in larga maggioranza hanno proseguito con la laurea magistrale. Quindi il mercato del lavoro non ha ancora sperimentato appieno le competenze maturate da un laureato triennale che abbia seguito il nuovo ordinamento della formazione terziaria.

All'interno del PLS c'è una specifica azione (promossa in modo particolare da Confindustria) che ha come obiettivo l'analisi dei fabbisogni. L'idea è di mettere a confronto le competenze acquisite da un laureato alla fine del suo percorso triennale con le competenze richieste a un laureato triennale dal mercato del lavoro, per identificare, laddove necessario, correttivi che possano facilitare l'ingresso del laureato di I livello nel mondo del lavoro. Per il momento sono sotto osservazione i Corsi di Laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienze dei Materiali. Un documento di sintesi di questa analisi sarà disponibile quanto prima sul portale del PLS.

Al fine di incentivare attività di stage *pre* e *postlauream* e tirocini in azienda, si sta predisponendo una banca dati a livello nazionale con le offerte di stage delle varie aziende (il database sarà pronto per la fine dell'anno). Si è anche previsto di incentivare economicamente la mobilità degli studenti che effettuano stage presso aziende in province diverse sia da quella dell'università alla quale sono iscritti sia da quella di residenza.

Infine, si sta predisponendo una banca dati nazionale dell'offerta di master e corsi di perfezionamento per laureati di I livello in Chimica, Fisica, Matematica e Scienze dei Materiali. L'obiettivo è quello di razionalizzare l'offerta, identificando le pratiche migliori da applicare a livello nazionale. Per questo sono state coinvolte le Università, le organizzazioni territoriali e di settore di Confindustria e delle Società collegate, le singole Imprese e gli Ordini professionali. Il risultato di questa analisi sarà disponibile entro la fine dell'anno, e semplificherà sostanzialmente la scelta degli studenti interessati a questo tipo di offerta formativa.

All'interno del PLS c'è una specifica azione che ha come obiettivo l'analisi dei fabbisogni. L'idea è di mettere a confronto le competenze acquisite da un laureato alla fine del suo percorso triennale con le competenze richieste dal mercato del lavoro

8 • BORSE DI STUDIO

Come già detto nel Paragrafo 3, il PLS vuole incrementare la quantità dei ragazzi e delle ragazze interessati a intraprendere i loro studi universitari nell'ambito delle discipline scientifiche di base, con un requisito: non rinunciare alla qualità.

Proprio per questo, il PLS ha destinato risorse per realizzare un piano di borse di studio. Questo piano aveva diversi obiettivi. Quello principale era di selezionare giovani talenti per le immatricolazioni ai corsi di laurea universitari delle scienze di base e di lasciare ai vincitori la scelta dell'università alla quale immatricolarsi (sul modello di quanto fatto negli anni passati dall'INDAM²³). Questo ha richiesto da un lato dei concorsi nazionali e dall'altro delle borse di studio sufficientemente «robuste».

Per l'Anno Accademico 2006-07, d'intesa con il coordinamento nazionale del PLS, le borse di studio sono state bandite dalla SCI²⁴, dalla SIF²⁵ e dall'INDAM. Le borse di studio, complessivamente 120, erano riservate a studenti che si sarebbero immatricolati nell'Anno Accademico 2006-07 al primo anno del Corso di Laurea in Chimica, Fisica, Matematica o Scienze dei Materiali. Queste borse, di 4000 euro annui per tre anni, sono state assegnate sulla base di un concorso nazionale, distinto per disciplina; le borse assegnate saranno rinnovate per gli anni successivi al primo solo se lo studente si manterrà in regola con gli studi con un alto standard di profitto. Da sottolineare l'alto interesse degli studenti per questa iniziativa: oltre 1500 domande per 120 borse. Va detto che le modalità di cofinanziamento (pari al 20%) da parte di università ed enti di ricerca hanno ridotto fortemente la libera scelta dello studente. Infatti solo l'INDAM e l'INAF²⁶ si sono mostrati sensibili a cofinanziare questa iniziativa senza condizioni, consentendo ai vincitori delle 40 borse in Matematica e ai vincitori di 20 borse in Fisica di immatricolarsi dove loro preferivano. Il resto del cofinanziamento è venuto da singoli atenei che hanno, in cambio, voluto l'erogazione delle borse di studio solo a fronte di una immatricolazione nelle loro sedi.

Iniziative di questo tipo aprono diverse possibilità. La prima è quella di poter monitorare la riforma del sistema universitario seguendo nel corso del triennio di studi corrispondente alla laurea un campione di studenti selezionato per merito e abbastanza distribuito sul territorio nazionale. La seconda è quella di poter avvicinare al mondo del lavoro e delle imprese un campione selezionato di studenti offrendo loro opportune esperienze prelaborative quali stage e tiro-

Per l'Anno Accademico 2006-07, d'intesa con il coordinamento nazionale del PLS, le borse di studio sono state bandite dalla SCI²⁴, dalla SIF²⁵ e dall'INDAM

23. Istituto Nazionale di Alta Matematica: www.altamatematica.it

24. Società Chimica Italiana: www.soc.chim.it

25. Società Italiana di Fisica: www.sif.it

26. Istituto Nazionale di Astrofisica e Fisica Cosmica: www.inaf.it

cini. Quanto questa opportunità venga colta effettivamente andrà verificato nel corso di questi anni. Di sicuro questo avrebbe il vantaggio di far conoscere alle imprese lo standard di qualità che può essere raggiunto durante e soprattutto alla fine del percorso universitario di I livello, anche dando al personale del mondo del lavoro la responsabilità diretta dell'erogazione di alcuni moduli didattici. La terza è quella di favorire l'interazione tra tutti i borsisti delle varie discipline, anche mediante l'organizzazione di specifiche scuole estive, con l'obiettivo di sviluppare fra questi borsisti competenze multidisciplinari, possibilmente mirate a specifici settori della ricerca pubblica e privata. Una prima scuola estiva è stata realizzata a Perugia nell'estate del 2007²⁷.

L'iniziativa delle borse di studio ha un costo e devono esserne quindi chiari gli esiti. Un periodo di sperimentazione e di seria analisi dei risultati avrebbe dovuto coprire almeno un triennio. È un peccato dover dire che le incertezze sul rifinanziamento del PLS non hanno consentito il bando di queste borse per il corrente Anno Accademico (2007-08), venendo meno alle aspettative di molti giovani talenti. È comunque in corso un'attenta analisi dell'andamento di questa iniziativa, anche in rapporto agli obiettivi prefissati, purtroppo sulla sola coorte 2006-07.

9 • CONCLUSIONI

Il Progetto «Lauree Scientifiche» ha svolto la sua attività per due anni scolastici/accademici: 2005-06 e 2006-07. Si tratta di un Progetto complicato che vede il coordinamento nazionale di più di 30 sedi universitarie, il coinvolgimento di più di 2000 scuole, la partecipazione di più di 20.000 insegnanti e più di 50.000 studenti. Questo coordinamento a livello nazionale, fortemente voluto ed efficacemente realizzato dalla Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze, è stato difficile da organizzare e, soprattutto, difficile da mantenere nel tempo. È questo coordinamento che sta dietro l'innovazione più forte introdotta dal Progetto: la pratica laboratoriale, usata sia per la crescita professionale degli insegnanti in servizio sia per l'orientamento formativo degli studenti già a partire dal terzo anno delle superiori.

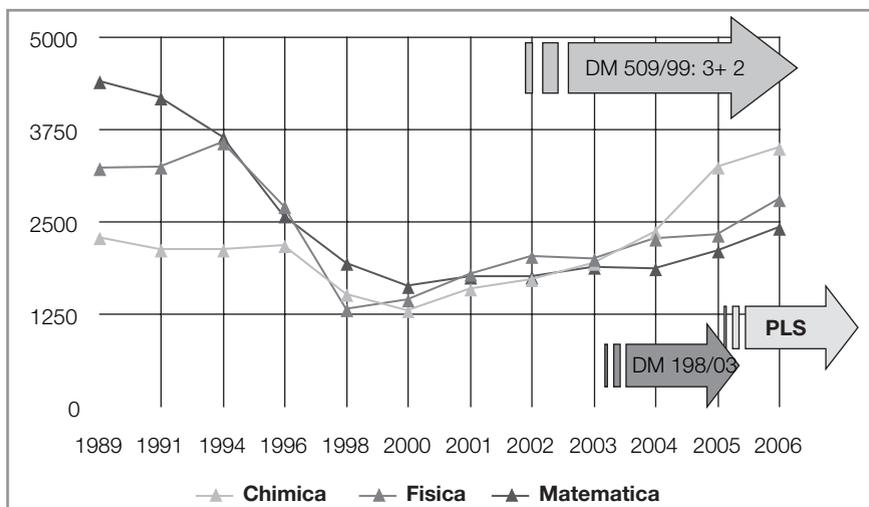
Nella Figura 8 è mostrato l'andamento delle immatricolazioni ai Corsi di Laurea in Chimica, Fisica e Matematica degli ultimi (circa) quindici anni, in lenta ripresa dall'anno accademico 2000-01. Le frecce indicano quando è partita la riforma del cosiddetto «3+2» (freccia grigio scuro), quando sono iniziati gli incentivi economici alle immatricolazioni ai Corsi di Laurea nelle scienze di base e ai corsi in Scienze Statistiche (freccia grigio chiaro), e quando è partito il PLS (freccia gialla). Riteniamo che il motivo di questa ripresa nelle immatricolazioni²⁸

L'innovazione più forte introdotta dal Progetto consiste nella pratica laboratoriale, usata sia per la crescita professionale degli insegnanti in servizio sia per l'orientamento formativo degli studenti già a partire dal terzo anno delle superiori

27. www.unipg.it/facsmfn/ConferenzeProgLaureeScientifiche2007.pdf

28. +15%.

▼ Figura 8



ai Corsi di Laurea delle scienze di base sia il frutto di un cambiamento di «clima» (al quale PLS ha senz'altro contribuito) e della percezione diffusa che un Paese senza ricerca (sia essa di base o applicata) e senza innovazione è tristemente destinato a perdere tutte le competizioni internazionali. Ma questa percezione non è nata per caso, è stata il risultato di un lavoro faticoso e appassionato che ha richiesto il coordinamento di decine di migliaia di attori. L'attenzione dedicata a queste tematiche dai responsabili ministeriali, dalla Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze, da Confindustria e più recentemente dal gruppo di lavoro interministeriale sulla diffusione della cultura scientifica presieduto dal prof. Berlinguer (a cui va un forte ringraziamento per il sostegno importante dato al PLS nel corso di questi mesi) deve convincere che investire in istruzione e formazione significa investire sul futuro del Paese, e che fare ricerca non è un lusso ma una necessità.

Il PLS ha introdotto novità strutturali nel rapporto tra Scuola, Università e Imprese, creando una importante rete di collegamenti e di rapporti, sia a livello istituzionale sia sul territorio. Lo testimoniano i dati della Tabella 4 che mostra quanto importante e paritario sia stato il coinvolgimento di questi tre mondi.

Sembra paradossale che ci sia stato bisogno di un PLS per fare questo e, per certi versi, oggi sembra che un PLS ci debba essere sempre stato. Questo è già un risultato importantissimo che giustifica gli sforzi di tutti gli attori che hanno contribuito alla realizzazione di questo progetto, un progetto articolato che non ha potuto e non potrà vivere senza l'apporto convinto, coordinato e corale delle tre componenti: scuola, università e mondo del lavoro.

Esiste nel nostro Paese una grave emergenza che riguarda la percezione, l'apprendimento e l'insegnamento delle materie tecnico-scientifiche, sia nella

Il PLS ha introdotto novità strutturali nel rapporto tra Scuola, Università e Imprese, creando una importante rete di collegamenti e di rapporti, sia a livello istituzionale sia sul territorio

Tabella 4 • Numero di enti coinvolti, per tipo e per area

Numero di persone	Chimica	Fisica	Matematica	Scienza dei Materiali	Totale
UNIV. RUOLO-DOCENTE	484	410	401	80	1.375
UNIV. RUOLO-ALTRO	107	91	23	19	240
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	639	694	958	249	2.540
SCUOLA RUOLO-ALTRO	25	16	7	7	55
ASS. INDUSTRIALI	86	39	46	33	204
ALTRI ENTI	49	82	48	34	213
A CONTRATTO	237	213	149	132	731
IMPRESE	63	34	31	38	166
TOTALE	1.690	1.579	1.663	592	5.524

Gli ultimi dati dell'inchiesta OCSE-PISA del 2006 apparsi all'inizio di dicembre 2007 sono decisamente scoraggianti e ancora peggiorati rispetto alla inchiesta PISA precedente (2003)

scuola sia nell'università. Questa emergenza è purtroppo inequivocabilmente testimoniata dal posizionamento del sistema scolastico nelle graduatorie internazionali. Il livello medio degli studenti italiani di scuola superiore non solo non migliora ma sembra anzi peggiorare ulteriormente. Gli ultimi dati dell'inchiesta OCSE-PISA²⁹ del 2006 apparsi all'inizio di dicembre 2007 sono, infatti, decisamente scoraggianti e ancora peggiorati rispetto alla inchiesta PISA precedente (2003). La classifica nelle materie indagate, in particolare «scienze», mostra l'Italia agli ultimi posti nella graduatoria dei Paesi più industrializzati (e le cose non vanno meglio né in «matematica» né in comprensione della lettura). È vero che una disaggregazione dei dati mostra situazioni molto disomogenee tra le diverse zone d'Italia ma questo non è, comunque, un elemento che può tranquillizzare. Né è un elemento rassicurante il fatto che queste classifiche non si riferiscano agli studenti che si immatricolano nei corsi di studio delle scienze di base. Questi sono, in un certo senso, corsi a studenti selezionati (in realtà «autoselezionati»). Da sempre, infatti, gli studenti che s'iscrivono a questi corsi di studio sono fra i migliori. Resta, però, la preoccupazione in assoluto: gli studenti italiani nel loro complesso stanno regredendo ulteriormente rispetto a quelli degli altri Paesi. Non sappiamo se questo avviene per un miglioramento degli studenti di alcuni altri Paesi (probabilmente la ragione principale) o per un peggioramento di quelli di casa nostra. Anche questa sarebbe un'informazione utile da avere.

Mentre è con una certa soddisfazione che cogliamo elementi rassicuranti sull'aumento delle immatricolazioni, in crescita anche per il corrente Anno Accademico (2007-08), vogliamo ricordare che il numero degli studenti che si

29. www.pista.oecd.org/

avvicinano ai Corsi di Laurea delle scienze di base è tuttora troppo basso: la Figura 8 mostra che in Fisica e, ancora di più, in Matematica gli immatricolati, pur in aumento, sono stati nell'ultimo anno ancora meno di quanti erano alla fine degli anni Ottanta. Dobbiamo superare questa emergenza: il PLS è pronto per continuare a dare il suo contributo.

INTERVENTI

In Fisica
e, ancora
di più, in
Matematica gli
immatricolati,
pur in
aumento,
sono stati
nell'ultimo
anno ancora
meno di quanti
erano alla fine
degli anni
Ottanta

IL RUOLO DELL'IMPRESA NEL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

Il nostro Paese mostra, agli inizi del Duemila, una configurazione caratteristica legata alla scelta dei percorsi universitari a contenuto scientifico: scelta che appare seguita solo da una minoranza assoluta di giovani.

A partire dall'anno 1989 e fino al 2000 le iscrizioni ai Corsi di Laurea delle scienze «di base» mostrano una diffusa disaffezione: i corsi di Chimica subiscono una flessione del 43,1%, quelli di Fisica del 55,6%, quelli di Matematica del 63,3%¹.

Il fenomeno dell'abbandono delle facoltà scientifiche si accentua poi con forza ancora crescente negli anni successivi. Il processo di costante diminuzione di interesse dei giovani per i percorsi universitari di matrice scientifica rischia così di assumere, non solo nel nostro Paese, caratteristiche strutturali.

Eppure, è proprio sulle conoscenze scientifiche che si fonda la crescita dei settori più dinamici nel mondo, strettamente legati alle conoscenze tecnico-scientifiche: dalle telecomunicazioni alle bio-tecnologie, dal *software* alla ricerca medica, tutti ambiti caratterizzati da un'alta innovazione tecnologica e dalla concorrenza nel mercato.

La competizione è ormai globale e pervasiva, dato che molte delle nuove tecnologie sono «esportabili», e dunque utilizzabili anche dai Paesi in via di sviluppo.

Questi presentano, in aggiunta, differenziali a loro vantaggio, non comparabili dal punto di vista dei costi, della forza lavoro e soprattutto della possibilità, da tempo rilevata da Albert Hirschman, di bruciare le tappe della crescita senza dover ripercorrere necessariamente tutte le fasi dello sviluppo dei Paesi più avanzati².

Si sta svolgendo a sua volta a livello mondiale, proprio per favorire l'innovazione, una interessante e sistematica contesa sulle conoscenze, giocata sui mercati internazionali.

Questa competizione sulle conoscenze e sulle competenze appare finora come una vera gara a cui sono iscritti con buoni risultati, oltre ai Paesi tradizionalmente agguerriti (anche) in questo campo, come gli Stati Uniti e la Gran Bre-

di
Giancarla
Babino
Confindustria

1. www.oecd.org

2. A.O. Hirschman, *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven, 1958 (trad. it. *La strategia dello sviluppo economico*, La Nuova Italia, Firenze, 1968).

Il tema è ripreso in *Retoriche dell'intransigenza: due anni dopo* (1993), in *Autosoversione* (1995), Il Mulino, Bologna, 1997, pp. 70 ss.

tagna, pure quelli considerati «in crescita», che sono maggiormente in grado di allocare altrove conoscenze e competenze.

Da qualche tempo infatti anche in Paesi come India e Cina si realizzano forti investimenti in conoscenze scientifiche e tecnologiche, a cui corrispondono già alti tassi di crescita economica.

Al tempo stesso anche un Paese occidentale molto diverso da quelli finora ricordati, come la Finlandia, ha raggiunto in pochi anni altissimi livelli di competitività e di crescita economica, attraverso sistematici investimenti in formazione scientifica, ricerca e sviluppo, dimostrando così che le scelte formative possono risultare fondamentali per migliorare la vita dei cittadini e le *performance* del Paese.

Il Paese scandinavo è divenuto ormai un simbolo: in effetti, pur avendo caratteristiche peculiari difficilmente comparabili, ha realizzato un tale livello di prestazioni complessive di sistema – moltiplicando per esempio il proprio numero di ricercatori e di politecnici, dando un peso davvero rilevante alle scienze nei curricula scolastici dai 9 ai 17 anni, giungendo a essere tra i primi Paesi al mondo per numero di brevetti – da divenire un esempio costante.

È importante ricordare qui l'elemento che Paesi così differenti fra loro hanno in comune: l'investimento in *capitale umano*. Un livello di istruzione più elevato – e quindi la crescita delle competenze e delle capacità professionali dei lavoratori – è considerata infatti come una tappa fondamentale verso una società migliore e un'economia più efficiente.

Ne discende che l'importanza dell'istruzione – e di un'istruzione finalizzata – è tanto maggiore quanto più si estende nelle economie sviluppate il ruolo del progresso tecnologico, dato che le nuove tecnologie richiedono un uso *intensivo* delle capacità concettuali in possesso del capitale umano.

L'andamento degli studi nelle materie scientifiche di base, come la matematica, la chimica, la fisica, come si è ricordato, purtroppo figura nel nostro Paese in assoluta controtendenza rispetto alle dinamiche di questi «Paesi-guida», anche se il declino dell'interesse verso gli studi scientifici, manifestatosi da qualche decennio, appare un processo comune anche ad altri Paesi dell'area OECD.

L'OECD stessa infatti, riconosciuta la gravità del fenomeno, ha cercato da qualche tempo sia di potenziare la capacità conoscitiva da parte dei Paesi membri, attraverso vari studi e indagini, sia di individuare, con iniziative differenziate, i possibili percorsi di soluzione.

Il Forum Globale della Scienza ha costituito in proposito uno dei più importanti luoghi di implementazione delle politiche scientifiche dei Paesi membri e ha realizzato, a partire già dal 2003, un programma internazionale di lavoro per definire, dal punto di vista quantitativo e qualitativo, i confini del percorso di disaffezione e individuare una serie differenziata di soluzioni.

Questa attività esplorativa e conoscitiva di un fenomeno tanto ampio quanto preoccupante genererà poi un Gruppo di Lavoro costituito da ben 18 Paesi, ap-

L'importanza dell'istruzione è tanto maggiore quanto più si estende nelle economie sviluppate il ruolo del progresso tecnologico, dato che le nuove tecnologie richiedono un uso *intensivo* delle capacità concettuali in possesso del capitale umano

pena insediandosi all'epoca della definizione del Progetto «Lauree Scientifiche» e numerosi studi, ricerche, relazioni, oltre che un congresso internazionale ad Amsterdam.

Un'attenzione così diffusa al fenomeno proviene da più lontano: nasce dalla Strategia di Lisbona, delineata nella capitale portoghese nel 2000³.

Il «Programma di Lisbona» ha posto l'obiettivo di far divenire il nostro continente la più competitiva regione economica al mondo: una competizione fondata sulla conoscenza.

Gli elementi fondamentali di questa strategia sono l'adattamento dei sistemi di formazione e di istruzione all'apprendimento lungo tutto l'arco della vita; la promozione dell'occupabilità e dell'inclusione sociale che poggia su un forte investimento nel sapere e nelle competenze; la creazione di una società dell'informazione accessibile a tutti; il sostegno alla mobilità.

La Strategia di Lisbona viene confermata poi dal vertice di Barcellona, del 2002, e dalla Dichiarazione di Copenhagen, sottoscritta sempre nello stesso anno, da 31 Ministri dell'Istruzione, oltre che dalle parti sociali e dalla Commissione Europea⁴.

L'adesione alla Dichiarazione di Copenhagen comporta il perseguimento di differenti obiettivi, che vanno dalla qualità della formazione alla trasparenza. Infine, il filo rosso che unisce questi appuntamenti diviene ancor più esplicito grazie alle Conclusioni del Consiglio Europeo del maggio 2003 sui «Livelli di riferimento della performance europea nell'istruzione e nella formazione (*benchmark*)», che propongono una prima lista di indicatori e di livelli di riferimento da applicare al monitoraggio dei progressi nel campo dell'istruzione e della formazione verso gli obiettivi di Lisbona.

Fra i più significativi – corollario logico dell'impostazione fissata a Lisbona – figurano quali priorità assolute dei sistemi d'istruzione e formazione europei *l'abbandono scolastico* e *l'insufficiente numero totale dei laureati dell'Unione Europea in matematica, scienze e tecnologia*.

L'Europa non può permettersi di competere senza accrescere la proporzione di giovani (e, all'interno di questa, la componente femminile) che si dedica agli studi scientifici e di ricercatori nelle discipline scientifiche, sia che lavorino negli atenei e nei centri di ricerca, sia nelle aziende manifatturiere e terziarie, di varie dimensioni.

Oltre alle esigenze, non più differibili, legate alla competizione mondiale, l'Unione Europea chiede di poter contare su una base sufficiente di specialisti scientifici e indica la necessità di incrementare la spesa dell'Unione in Ricerca e Sviluppo e nell'innovazione, fino a raggiungere il 3% del PIL entro il fatidico 2010.

L'Europa non può permettersi di competere senza accrescere la proporzione di giovani (e, all'interno di questa, la componente femminile) che si dedica agli studi scientifici e di ricercatori nelle discipline scientifiche

3. www.europarl.europa.eu/summits/lis1_it.htm

4. <http://europa.eu/scadplus/leg/it/cha/c10241.htm>

L'accento posto con così tanta forza su questi obiettivi, in un contesto così autorevole, non fa che evidenziare lo stato di necessità in cui l'intero continente si trova, la diffusione del fenomeno e la sua gravità.

Numerose motivazioni sono state avanzate per poter spiegare la caduta costante di interesse nei confronti dello studio di queste materie.

Le prime in assoluto coinvolgono anzitutto il livello educativo: l'insegnamento delle scienze di base seguirebbe percorsi standardizzati e poco interessanti, trasformando la naturale propensione verso le materie scientifiche, che molti giovani manifestano fin dall'infanzia, ancor prima di frequentare la scuola primaria, in un rifiuto di formule astruse lontane dalla realtà sperimentale.

Questo atteggiamento si rafforzerebbe poi nel corso degli studi, in parte legato alla rigidità dei programmi, in parte alla incapacità degli insegnanti di aggiornarsi e riqualificarsi secondo un processo costante nel corso della propria carriera.

Il complemento logico di queste motivazioni può essere poi individuato in altre cause ancora, a esse legate, come la maggiore ipotetica difficoltà del percorso di studio attribuita agli studi scientifici, a fronte di altri *cursus onorum* ritenuti più accessibili.

E ancora: un orientamento, giudicato finora *tradizionale e tipico* della componente femminile, verso la scelta di studi e carriere lavorative che escludono i percorsi legati alla scienza, laddove le donne invece riempiono ormai le aule delle università e si inseriscono facilmente anche in percorsi professionali e di carriera ritenuti un'esclusiva maschile.

A questa ipotesi interpretativa se ne accompagna un'altra: la convinzione che, nelle attuali difficoltà del mercato del lavoro – che si riscontrano, sia pure in misura disomogenea, anche in Paesi differenti tra loro – la carriera scientifica nel privato e nel pubblico debba considerarsi meno remunerativa, con minori prospettive di crescita soddisfacente rispetto ad altre.

Ancora, da ultimo ma non meno importante, un sentimento diffuso di diffidenza, se non un timore regressivo, nei confronti di una ricerca scientifica troppo spesso percepita come aggressiva, poco rispettosa della salute, del benessere, di un equilibrio compatibile.

Se l'ambiente internazionale appare dunque all'epoca molto sensibile al problema del declino relativo degli studi scientifici, a livello nazionale la discussione sembra meno avanzata.

Il Ministero dell'Istruzione programma una serie di attività, il cui strumento principale è il Piano Nazionale per l'Orientamento, che costituisce il punto di riferimento per definire una trama comune, sia per metodo sia per esperienza, utile per gli interventi rivolti verso «...la promozione, il successo formativo e il pieno sviluppo della persona, in ogni fase della vita»; importante quindi anche grazie alla creazione di un più stretto legame tra i vari livelli della formazione, l'università e gli altri soggetti interessati e coinvolti.

Se l'ambiente internazionale appare molto sensibile al problema del declino relativo degli studi scientifici, a livello nazionale la discussione sembra meno avanzata

Ulteriori interventi sono stati poi realizzati dall'istituzione ministeriale, di cui si parlerà in altre parti di questo volume.

Anche nel mondo delle imprese italiane – e in Confindustria, che costituisce la sua più ampia rappresentanza – è diffusa la consapevolezza che occorra estendere gli sforzi già intrapresi per trasformare la realtà della cultura scientifica del nostro Paese.

Sia la domanda di competenze scientifiche espressa dalle imprese sia l'offerta disponibile, necessitano di un processo di potenziamento: entrambe appaiono più limitate di quanto sarebbe necessario per innescare, in prospettiva, un circuito virtuoso di crescita della ricerca e dell'innovazione tecnologica autonoma.

È ormai matura infatti la convinzione che buona parte del ritardo industriale in Italia sia dovuto allo scarso investimento in innovazione dei prodotti e dei processi tecnologici, in particolare nei settori ad alta tecnologia, che assicurano i rendimenti crescenti e i balzi di produttività, tipici della *knowledge economy*.

L'innovazione in Italia appare concentrata in misura maggiore negli impianti e meno nella ricerca: uno dei principali obiettivi che Confindustria si pone, e non da oggi, riguarda infatti proprio il miglioramento del legame fra impresa e ricerca, che permetta il trasferimento dei contenuti di conoscenze tecnico-scientifiche alle imprese, aumentandone la capacità competitiva.

Questa carenza è stata, per lungo tempo, mascherata dall'illusione che la capacità di adattamento e la possibilità di procedere attraverso piccoli miglioramenti del sistema produttivo italiano, in gran parte caratterizzato da piccole imprese, fosse sufficiente per sopperire alla competizione internazionale.

Ciò è apparso possibile nei settori più tradizionali fino a quando sono comparse sul mercato, con tutta la loro forza e velocità, nuove tecnologie – informatica, robotica, microelettronica, nuovi materiali, biotecnologie – imponendo nuove sfide e nuovi orizzonti non dominabili dalla ricerca senza adeguati e complessi sostegni scientifici alle spalle.

Naturalmente è questo un processo noto e osservato da tempo, che ha le sue motivazioni in elementi di carattere strutturale. Anzitutto, le condizioni dimensionali medio-piccole delle imprese, che predominano nel tessuto produttivo italiano, con una larghissima presenza di microimprese che non superano i 10 addetti.

Inoltre è da considerare la nostra distribuzione settoriale prevalente, che riguarda ambiti per cui l'Italia affronta la sfida della tecnologia e della globalizzazione partendo da posizioni di svantaggio relativo. I settori più dinamici del commercio mondiale sono stati, negli ultimi dieci anni la farmaceutica, l'elettronica di consumo, l'ICT, la strumentazione di precisione, che insieme costituiscono ormai un quarto di tutto l'interscambio mondiale: beni *high-tech* in

Uno dei principali obiettivi che Confindustria si pone riguarda il miglioramento del legame fra impresa e ricerca, che permetta il trasferimento dei contenuti di conoscenze tecnico-scientifiche alle imprese, aumentandone la capacità competitiva

cui la quota italiana del commercio mondiale si era già ridotta di un quarto fra il 1996 e il 2000, dal 2,20 all'1,64%⁵.

Se le caratteristiche dimensionali delle imprese sono difficilmente modificabili nel breve e nel medio periodo, appare invece indifferibile l'individuazione di un percorso che favorisca la crescita delle nostre imprese.

A questo proposito, valorizzare per esempio la finalità delle «filiere» può diventare una strategia utile per introdurre anche le imprese di minori dimensioni, attraverso i grandi gruppi, nel contesto globale della competizione. La scarsità sociale di questi fattori però rende necessaria la valorizzazione di attività economiche che intensifichino l'utilizzo del capitale investito e favoriscano una maggiore sostenibilità nel medio-lungo termine.

Un altro elemento di rilievo da considerare nel panorama della realtà produttiva italiana è la scarsa collaborazione con il sistema pubblico della ricerca: è noto che la qualità della ricerca pubblica in Italia non è certo inferiore a quella prodotta da molti altri Paesi, ma mostra di essere meno efficiente nella traduzione in innovazione tecnologica.

Gli enti pubblici di ricerca – e le università in particolare – dovrebbero contribuire in misura maggiore di quanto avvenga all'innovazione industriale e alla crescita economica, anche locale.

Non si può negare che sia stata intrapresa specie negli ultimi anni una grande quantità di iniziative con l'obiettivo dichiarato di sostenere la ricerca applicata e i processi di trasferimento tecnologico: dalla creazione di parchi scientifici e tecnologici agli uffici per il trasferimento tecnologico, gli incubatori.

Al tempo stesso le imprese, soprattutto quelle di maggiori dimensioni, e Confindustria, sono state sempre più vicine agli atenei anche con forme «contrattuali» di sostegno finanziario, per dottorati e master, che possano incentivare studi finalizzati.

Questo percorso tuttavia è al tempo stesso relativamente recente e ancora insufficiente, tale da non aver ancora invertito il segno dell'intero processo, anche se esistono numerosi e chiari segnali dell'impegno delle imprese nel campo della ricerca e innovazione, al di là di quello che a volte emerge dalle statistiche ufficiali e aggregate.

La più recente delle rilevazioni ISTAT sulla spesa in R&S, che mostra il confronto tra il 2004 e il 2005, evidenzia un incremento significativo della spesa *intra muros* delle imprese, pari a +7,7% e una crescita della spesa delle istituzioni private *no-profit*.

La stessa indagine sottolinea poi come la spesa delle imprese di piccola e media dimensione non sia affatto irrilevante, ma anzi, dopo il calo del 2003, figuri

Gli enti pubblici di ricerca - e le università in particolare - dovrebbero contribuire in misura maggiore di quanto avvenga all'innovazione industriale e alla crescita economica, anche locale

5. www.istat.it, statistiche sul commercio con l'estero, Paesi UE ed extra UE, serie storiche.

sempre crescente fino al 2005, pure se con intensità diversificata, legata alle dimensioni⁶.

Le nostre grandi imprese non realizzano meno ricerca delle altre; in effetti, come indica lo Scoreboard 2007, i «campioni» italiani hanno un'intensità di R&S vicina, e in alcuni casi superiore, alla media degli altri «campioni» europei.

Tuttavia, la struttura produttiva prevalente in Italia fa sì che le nostre imprese presenti nelle «top 1000 performers dell'Europa a 27 Paesi» siano solo 48, mentre la Francia è attiva con 114 imprese, la Germania con 167 e il Regno Unito con 321⁷.

Inoltre, le imprese maggiori appaiono impegnate direttamente in attività di ricerca, e quindi anche in grado di «intercettare» le eccellenze e di collaborare con le strutture di ricerca di altri Paesi; questo rapporto con il sistema pubblico rimane invece ancora problematico per le imprese medio-piccole, ed è una delle cause per cui sono state costrette a consolidare soprattutto l'innovazione di processo, pur di mantenere la propria competitività.

In Italia vi sono sempre stati numerosi esempi di imprese di successo, e i buoni risultati che spesso queste hanno raggiunto confermano la loro capacità di appropriarsi dell'innovazione, governandola efficacemente, usando la ricerca quale elemento di fondo dello sviluppo.

Anche da questi dati e da queste analisi più recenti emerge infatti chiaramente che l'obiettivo non può essere solo far «crescere» le piccole e le medie imprese, ma creare anche in Italia un sistema che favorisca gli investimenti interni ed esterni, soprattutto quelli a maggiore valore aggiunto, che sappia sostenere l'innovazione e l'apertura delle nostre imprese all'economia internazionale.

Oggi, negli attuali contesti competitivi, i processi innovativi non sono un'esclusiva legata solo alla struttura dimensionale ma è necessario che ci siano veri e propri *sistemi di innovazione*: insiemi coordinati di imprese, autorità locali e nazionali, università.

Un contesto favorevole quindi che sostenga le imprese, che favorisca il cambiamento innovativo e la competizione sui mercati, ormai sempre più ampi. In questo, l'esplorazione scientifica e tecnologica delle università, dei centri di ricerca, realizzata in collaborazione con le imprese, è determinante.

Inizia cioè a diffondersi la convinzione che questo percorso non possa essere lasciato solo ai processi spontanei, alla buona volontà dei casi isolati o, sia pure, della filiera giusta, del contesto più efficace, della tradizione di studi e ricerche di un distretto produttivo piuttosto che di un altro: è invece un processo che può funzionare solo a livello di sistema: sistema formativo e produttivo del nostro Paese.

Negli attuali contesti competitivi, i processi innovativi non sono un'esclusiva legata solo alla struttura dimensionale ma è necessario che ci siano veri e propri sistemi di innovazione: insiemi coordinati di imprese, autorità locali e nazionali, università

6. http://www.istat.it/salastampa/comunicati/non_calendario/20071011_00/testointegrale20071011.pdf

7. http://www.oecd.org/document/10/0,3343,en_2649_33703_39493962_1_1_1_1,00.html

L'alternativa, tanto deprecabile quanto possibile, è il rischio di emarginazione nel campo della ricerca, la forte riduzione del parco di esperti scientifici, e anche una grave carenza di insegnanti nelle materie scientifiche di base.

Quest'ultima prospettiva non è meno problematica delle altre fin qui esposte: una significativa diminuzione delle tensioni verso gli studi scientifici, che si traduce in una rarefazione altrettanto evidente di disponibilità di docenti delle varie discipline scientifiche di base, è uno scenario già ora percepibile ed estremamente negativo.

A farne le spese per primi sarebbero i giovani, e se è vero che sono i giovani la base del nostro futuro, questa affermazione non può rimanere solo una frase retorica, ma necessita di sostegno per divenire realmente la grande priorità della nostra modernità.

Il Progetto «Lauree Scientifiche» è una filiazione anche di questa sensibilità ormai matura: che sia indispensabile cioè un ampliamento dell'intero processo, affinché riesca a permeare l'intero Paese e a coinvolgere, in un percorso comune, livelli differenti di azione: dalle famiglie alle scuole alle imprese, fino alle istituzioni che rappresentano tutte queste realtà.

I tempi sono dunque più che maturi e favorevoli affinché le istituzioni che governano la politica della formazione e la rappresentanza degli interessi imprenditoriali si muovano anch'esse di concerto, in ambiti diversi, per raggiungere obiettivi altrettanto differenziati, tutti però convergenti verso la crescita della cultura scientifica a livello nazionale.

Diviene vitale dunque sostenere, con azioni mirate, il fabbisogno di offerta di lavoro con formazione universitaria, in particolare di laureati nelle discipline scientifiche, e potenziare la domanda attuale, per innescare in prospettiva un circuito positivo e finalizzato.

L'attenzione a tutti questi fenomeni ha costituito la base su cui Confindustria, MIUR (Istruzione e Università insieme all'epoca) e Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze hanno costruito una strategia di approccio sistematica e deciso di realizzare una serie di azioni in collaborazione fra loro.

Nasce così agli inizi del 2005 il Progetto «Lauree Scientifiche», concepito al «tavolo» che l'allora Ministero dell'Istruzione e dell'Università aveva stabilito insieme con Confindustria, grazie al Protocollo d'intesa che le due istituzioni avevano stipulato da tempo e che da poco avevano nuovamente rinnovato.

Questo è il contesto nel quale maturano sia la convinzione che l'intero nostro sistema abbia una forte necessità di avere una più solida e diffusa formazione scientifica di base sia, al tempo stesso, la consapevolezza che la domanda di competenze scientifiche incontra ormai nel nostro Paese un'offerta sempre più rarefatta.

È ben presente perciò al «tavolo» Confindustria-MIUR la necessità di rispondere alle richieste dell'Unione Europea e aderire alle priorità assolute della strategia delineata a Lisbona: dunque individuare le soluzioni più idonee relative

Diviene vitale sostenere, con azioni mirate, il fabbisogno di offerta di lavoro con formazione universitaria, in particolare di laureati nelle discipline scientifiche, e potenziare la domanda attuale, per innescare in prospettiva un circuito positivo e finalizzato

alle emergenze del sistema d'istruzione e formazione, in particolare rispetto allo studio delle materie scientifiche.

Nasce una fase di intensa ideazione, sostenuta dalla convinzione che le iniziative potranno riscuotere successo solo se si realizzerà una piena sinergia fra le parti proponenti e solo se questa esperienza di progettazione e di realizzazione «tripartita», fra Università, Ministero e Confindustria si concretizzerà come un autentico fattore di novità e di cambiamento positivo su tutto il territorio nazionale.

Confindustria ha dovuto realizzare un grande sforzo di diffusione delle informazioni al suo interno e di coinvolgimento delle realtà che operano sul territorio (associazioni di rappresentanza imprenditoriale, imprese, Scuole di formazione), sensibilizzandole affinché alcuni assunti basilari fossero condivisi: che è non solo importante la crescita dell'offerta dei laureati in queste discipline, ma il potenziamento della domanda che le imprese riescono a esprimere; che è vitale per tutto il sistema produttivo che siano formati in maniera specifica gli insegnanti di scuola media superiore, e che gli studenti abbiano la possibilità di conoscere le differenti realtà produttive più da vicino.

Il circuito da attivare riguarda anzitutto la crescita della ricerca e dell'innovazione tecnologica autonoma, ma non può restringersi solo in questo ambito: è necessario che la cultura scientifica si diffonda maggiormente nella struttura del nostro Paese, che riesca a essere pervasiva in settori produttivi anche diversi da quelli in cui la ricerca è fondamentale.

Occorre cioè sostenere un percorso che non preveda, al momento dell'ingresso nel mercato del lavoro, solo circuiti obbligati, ma al contrario, maggiore libertà e flessibilità.

Esistono già professioni e carriere solo apparentemente «spurie», ma in realtà di grande interesse e gratificazione, realizzate in molti settori produttivi, che usano al meglio le competenze e le conoscenze specifiche dei matematici, dei fisici, dei chimici: dal mercato finanziario e la Borsa alla logistica, dalle assicurazioni alla comunicazione scientifica, all'editoria, all'organizzazione aziendale. Da ultimo, ma non meno importante, è necessario che gli imprenditori siano meglio informati e che partecipino alla progettazione di percorsi formativi più aderenti alle esigenze del mondo produttivo.

Il Progetto individua così quattro azioni principali (*Orientamento; Formazione triennale; Stage; Post Lauream*), da cui dipende una serie numerosa di attività da realizzare su tutto il territorio nazionale. La parte che si riuscirà a concretizzare in misura maggiore sarà quella legata all'Orientamento, e di questa si dà conto in queste pagine.

È comunque un processo lungo quello che il Progetto intende mettere in moto, e anche molto ambizioso. Lo scenario che si prospetta, per il nostro sistema economico e per le imprese, potrebbe prevedere un'ulteriore crescita del divario relativo a Paesi più avanzati del nostro, che hanno invece potenziato da tempo il

Il Progetto individua quattro azioni principali (*Orientamento; Formazione triennale; Stage; Post Lauream*), da cui dipende una serie numerosa di attività da realizzare su tutto il territorio nazionale

circolo positivo della creazione e diffusione di conoscenze scientifiche, in cui scuole, università e imprese sono legate strettamente da interessi comuni.

Questi mutamenti sono destinati a stabilizzarsi su periodi lunghi e tutti gli attori sono stati consapevoli che un percorso, finalizzato a indurre cambiamenti strutturali, avrà bisogno di un periodo medio-lungo; nel breve si potranno raggiungere traguardi non meno significativi, tali da agire come volano.

L'interesse ulteriore che Confindustria manifesta, quale importante soggetto sociale, è quello di porre «a fattor comune» le azioni che il suo tessuto associativo già realizza da tempo sul territorio in modo meno organico, anche se non meno efficace.

Molte azioni del Progetto infatti, come per esempio quelle «trasversali» realizzate dal *Polo Qualità della Scuola* di Milano in collaborazione con Assolombarda, si concretizzeranno proprio sulla base di positive esperienze pregresse.

Il bilancio parziale delle attività finora realizzate mostra un coinvolgimento del territorio nazionale abbastanza diffuso da parte del nostro sistema associativo – anche se certamente non eguale dappertutto – con oltre 300 soggetti d'impresa coinvolti a vari livelli e circa 100 imprese di varie dimensioni, per oltre 600 ore annue di prestazioni, realizzate naturalmente a titolo gratuito.

Chimica e Scienze dei Materiali sono state certamente le materie maggiormente «seguite» dal nostro sistema, per contiguità, interessi specifici, attività pregresse.

Uno dei punti su cui bisognerà infatti incidere, in una futura edizione del Progetto «Lauree Scientifiche» riformulato, sarà un maggiore «accompagnamento» delle discipline che in questa edizione sono state meno considerate e che sono partite, per quanto riguarda il rapporto con le imprese, con un handicap iniziale forse sottostimato dalla progettazione.

Alcuni fra gli elementi fondanti del Progetto ci sembra siano stati – sia pure tra mille difficoltà – comunque realizzati.

Anzitutto l'assunto che una grande iniziativa che nasce dall'impulso fornito da istituzioni centrali, a sua volta motivato da esigenze addirittura internazionali, può crescere e diffondersi solo se sostenuta poi dalle varie realtà territoriali che le danno «corpo», seguendo modalità collaborative vantaggiose per tutti gli attori presenti.

L'altro elemento fondamentale, e bersaglio che ci sembra ampiamente raggiunto, riguarda la condivisione di quel campo comune che è – e deve sempre più diventare – l'innovazione, e degli strumenti che la realizzano: la crescita delle competenze prima fra tutte.

Mettere insieme linguaggi e metodi, forse ancor più che obiettivi, è stata una delle maggiori fatiche, così come operare una contaminazione positiva delle esperienze e delle attività, tra scuole, atenei e imprese, soprattutto laddove non esistevano tradizioni consolidate di esperienze comuni.

Chimica
e Scienze
dei Materiali
sono state
certamente
le materie
maggiormente
«seguite»
dal nostro
sistema,
per contiguità,
interessi
specifici,
attività
pregresse

I risultati sono comunque stati incoraggianti, anche se, come è ovvio, questo è avvenuto a «macchia di leopardo» sul territorio nazionale.

È da considerare inoltre che, come già ricordato, le azioni messe in campo in misura nettamente prevalente rispetto alle altre, pure previste dal Progetto, sono state l'*Orientamento* e la *Formazione degli insegnanti*: temi che, seppure patrimonio dell'attività formativa seguita da decenni da Confindustria – basti pensare alle iniziative legate a «Orientagiovani», giunta ormai quest'anno alla quattordicesima edizione – pure l'hanno posta in una condizione spesso complementare rispetto a quella di «formatori professionali» degli altri due partner del Progetto.

La carica innovativa dell'esperimento «virtuoso» di triplice collaborazione, attuato per la prima volta (esempio anche per Paesi più avanzati e più preoccupati del nostro per gli scenari internazionali negativi finora ricordati), rimane il risultato più importante, su cui si potrà ulteriormente costruire in un futuro sperabilmente vicino.

Sarebbe difficile citare qui – e dare conto – di tutte le esperienze realizzate e le azioni poste in essere; per questo si rimanda al puntiglioso e insostituibile lavoro di monitoraggio svolto dal Gruppo «REQuS – La rete per la qualità della scuola»⁸.

Risulta difficile anche menzionare gli esempi «particolarmente virtuosi», che sono assai numerosi; ne ricorderemo perciò qui solo alcuni.

- Associazione Industriale Bresciana: «Porte aperte», dai corsi di aggiornamento in cui sono affrontati i temi della ricerca applicativa e di base alla partecipazione dei giovani ai laboratori aziendali di chimica e di fisica, seguiti da personale delle aziende.
- Assolombarda: dagli stage mirati alla progettazione di moduli didattici per insegnanti, dalla valorizzazione delle «buone pratiche» (raccolta, analisi, classificazione e valorizzazione di esperienze esistenti di collaborazione), alla «formazione sulle competenze» (realizzazione di un percorso di formazione per docenti), alla «valutazione degli esiti» delle azioni realizzate (uso di un supporto informatico per tenere sotto controllo in particolare la preziosa esperienza dei laboratori, per verificare la conformità fra progettazione e realizzazione, oltre che l'efficacia rispetto all'apprendimento).
- Unione degli Industriali di Torino: ricordiamo in particolare, oltre alle altre attività ricorrenti, «Le competenze trasversali nel passaggio dalla scuola al lavoro»: come condividere con docenti e studenti delle scuole superiori l'importanza degli aspetti comportamentali connessi alle cosiddette 'competenze trasversali' (saper affrontare e risolvere problemi, saper diagnosticare, sapersi relazionare in situazioni complesse...). L'esperienza ha portato alla definizione di una «Carta delle competenze trasversali».

Per dare conto di tutte le esperienze realizzate si rimanda all'insostituibile lavoro di monitoraggio svolto dal Gruppo «REQuS – La rete per la qualità della scuola»

8. <http://www.requs.it/home.asp>

Federchimica ha collaborato in maniera costante con la disciplina corrispondente, usando la propria struttura organizzativa per facilitare il raggiungimento dei risultati

- Confindustria Firenze: dalla partecipazione di giovani manager che trattano temi di cultura d'impresa presso le scuole ai tirocini formativi realizzati in stretto legame con gli atenei; dagli incontri con i giovani delle classi superiori per promuovere le iscrizioni alle facoltà scientifiche, alle giornate riservate ai giovani laureati e laureandi per trasmettergli conoscenze utili per favorire il loro ingresso nel mondo del lavoro. Sono stati firmati inoltre accordi fra l'Ateneo e la Confindustria locale per i «Laboratori congiunti Università/Imprese», per sviluppare la competitività del sistema locale e per offrire alla ricerca universitaria nuove opportunità e risorse.
- Confindustria Veneto e Unindustria Padova in particolare: dai seminari riservati agli studenti alle «Settimane di Scienza dei Materiali»; dalla *brochure* preparata per gli imprenditori («Il laureato in Fisica, un aiuto per la competitività e la sfida tecnologica») alle numerose e sistematiche attività di stage con un premio finale per quelle più innovative; dall'iniziativa «Incontrare l'Impresa, opportunità in Chimica» ai concorsi, per Matematica e Fisica, per le scuole che hanno collaborato attivamente con il mondo delle imprese affrontando, con strumenti *ad hoc*, una o più tematiche di interesse del mondo industriale.
- Federchimica: l'organizzazione ha collaborato in maniera costante con la disciplina corrispondente, usando la propria struttura organizzativa per facilitare il raggiungimento dei risultati. Sono nati così incontri e seminari *ad hoc* nonché Guide specifiche («Chimica, una buona scelta», «Costruirsi un futuro nell'industria chimica») e un video («Vivere senza chimica?»), distribuito e proiettato in numerose manifestazioni.
- Confindustria Campania (Unione industriale di Napoli e Confindustria Salerno): dai corsi sperimentali di laboratorio di Chimica per studenti ai corsi di formazione per insegnanti, per permettergli di essere in grado di svolgere autonomamente, all'interno dei laboratori dei propri Istituti, analoghi esperimenti; esperienze dimostrative e conferenze, dalle visite di studenti ai laboratori di ricerca aziendali e ad aziende di interesse chimico; dai seminari e analisi di dati reali, «Le parole chiave della Fisica negli ultimi 30 anni», alla monografia «Parlando e riparlando di scienza», della collana «Come alla corte di Federico II» de «I quaderni di Coinor» contenente vari contributi scientifici e gli elaborati premiati del «Concorso diffusione della Cultura Scientifica».
- Confindustria Bari: gli studi della «Fabbrica del Futuro» hanno riguardato l'orientamento dei giovani verso le lauree scientifiche e le attività imprenditoriali, che si inserisce in un piano strategico, rivolto essenzialmente agli imprenditori, per garantire conoscenze e linee di azione utili, per individuate azioni di breve e di medio periodo. Inoltre – in particolare in collaborazione con Scienza dei Materiali – gli studenti sono stati indotti a scoprire i nuovi materiali sperimentati nei laboratori e a riconoscere le loro applicazioni in aziende locali.

- Confindustria Basilicata: numerosi incontri con diverse scuole e visite a laboratori aziendali; raccolta di testimonianze di imprenditori che esaminano con insegnanti e studenti le caratteristiche del mercato del lavoro locale e nazionale.
- Confindustria Sicilia (Associazioni di Palermo e di Catania): numerosi seminari, esperienze di laboratorio e visite agli stabilimenti aziendali per docenti e studenti delle scuole coinvolte, con testimonianze di imprenditori, accompagnate da visite agli stabilimenti di produzione delle imprese.

Gli imprenditori credono nella qualità del capitale umano, una caratteristica non statica ma dinamica.

Lo sforzo condiviso che si è illustrato fin qui del Progetto «Lauree Scientifiche» ha inteso rispondere appunto all'esigenza di valorizzare questo patrimonio così mutevole attraverso un investimento finalizzato, stavolta non per creare prodotti ma per far «crescere» risorse, spesso immateriali.

Come spesso accade (e accade nei processi di cambiamento che producono frutti positivi) i percorsi seguiti e i risultati parziali raggiunti spesso hanno generato altri percorsi interessanti, e hanno moltiplicato i risultati, aprendo nuove prospettive preziose per il futuro. w

Uno degli esiti di maggiore rilievo è stato senz'altro quello di aver messo a «fattor comune» esperienze e conoscenze, fra mondi che avevano difficoltà a parlarsi e spesso anche a comprendere i relativi linguaggi.

È avvenuto invece uno scambio in forme consistenti e le realtà imprenditoriali coinvolte hanno avuto la piena consapevolezza che realizzavano un'esperienza integrata, su tutto il territorio nazionale, importante per le imprese e per il sistema nel suo complesso.

È utile ricordare ancora una volta che questo processo si è realizzato con maggiore forza laddove già esisteva una attività pregressa di rapporto con le istituzioni formative, con minore rilievo quando ciò era assente: questa considerazione non può che spingere verso un rafforzamento e affinamento del processo già avviato.

I dati internazionali mostrano che le aree di crescita e maggior sviluppo di opportunità sono quelle in cui nascono e si consolidano sistemi di relazioni tra diverse istituzioni; il sistema delle imprese vuole sostenere e confermare la sua capacità di costruire anche in futuro legami e collaborazioni che abbiano una chiusura funzionale così strategica.

La crescita del nostro sistema, nella sua interezza, non può che passare dalla crescita del capitale umano e si può rafforzare soprattutto grazie alla condivisione e dell'analisi dei fattori di crisi e dell'immagine della società italiana proiettata verso il futuro.

Uno degli esiti di maggiore rilievo è stato quello di aver messo a «fattor comune» esperienze e conoscenze, fra mondi che avevano difficoltà a parlarsi e spesso anche a comprendere i relativi linguaggi

I PROGETTI DI ORIENTAMENTO E DI FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI

1 • MOTIVAZIONI E STRATEGIE GENERALI

Come è stato detto nei contributi introduttivi di questo volume, il problema delle vocazioni per gli studi scientifici è legato a una percezione negativa delle discipline scientifiche da parte dei giovani in età scolastica, che in Italia si accompagna a bassi livelli di conoscenza di queste discipline rispetto alla media dei Paesi sviluppati¹. Un'elevata percentuale degli studenti, che comprende anche molti studenti capaci, sente le materie scientifiche lontane dai propri interessi e poco legate all'esperienza quotidiana, non le vede collocate nella prospettiva del lavoro e della ricerca scientifica e tecnologica, le percepisce insomma difficili e relativamente poco remunerative, sia in termini economici, sia in termini di soddisfazione e piacere personale². Fra le cause principali di tale percezione negativa e dei bassi livelli di conoscenza si ritiene vi sia il tipo di esperienza delle scienze sperimentali e della matematica che gli studenti fanno in ambito scolastico. In particolare, le modalità di insegnamento lasciano sovente gli studenti in un ruolo passivo e non si ricorre a sufficienza all'attività sperimentale, sia per la mancanza di idonee strutture di laboratorio, sia, non di rado, per la mancanza di una preparazione metodologica disciplinare specifica degli insegnanti. Inoltre gli argomenti trattati nell'insegnamento sono spesso poco significativi rispetto a ciò che sarebbe possibile fare, pur senza tralasciare gli obiettivi fondamentali indicati nei programmi. A questo si aggiunge il fatto che il numero di ore di lezione dedicate alle discipline scientifiche è in generale insufficiente, anche nelle scuole, come il Liceo Scientifico, che a queste discipline dovrebbero essere specialmente indirizzate. Questi aspetti negativi dell'insegnamento scolastico delle scienze e della matematica riguardano essenzialmente tutti i gradi e

1. In particolare, l'indagine OECD-PISA 2006 (<http://www.pisa.oecd.org/>) ha collocato le competenze funzionali dei quindicenni italiani in matematica e scienze sperimentali ben al di sotto della media dei Paesi OECD, con differenze molto grandi fra tipi di scuola nonché fra regioni geografiche (il Nord in generale meglio posizionato del Centro e questo del Sud).

2. Si veda il contributo in questo volume di Nice Terzi e Michela Frontini sugli esiti dell'indagine IARD.

di
**Gabriele
Anzellotti**

Dipartimento
di Matematica,
Università di Trento:
anzellot@science.
unitn.it

Michele Catti

Dipartimento di
Scienze dei Materiali,
Università di Milano
Bicocca:
catti@mater.unimib.it

Josette Imme

Dipartimento di Fisica
e Astronomia,
Università di Catania:
Josette.Imme@ct.
inf.n.it

Ulderico Segre

Dipartimento
di Chimica, Università
di Modena e Reggio
Emilia:
segre.ulderico@
unimore.it

Nicola Vittorio

Dipartimento
di Fisica, Università
di Roma
«Tor Vergata»:
nicola.vittorio@roma2.
inf.n.it

gli ordini della scuola, sono noti da tempo³ e probabilmente non sono l'unica causa della crisi delle vocazioni scientifiche che si è avuta in Italia e in molti Paesi sviluppati negli anni Novanta. In ogni caso, il Progetto «Lauree Scientifiche», tenendo conto dei molti suggerimenti proposti da tempo, ha ritenuto necessario realizzare azioni di orientamento intese a offrire agli studenti un diverso approccio alle discipline scientifiche. Questo è stato fatto seguendo alcuni principi e linee strategiche di fondo, che indichiamo.

I principi fondamentali sono stati:

- puntare su un'idea di *orientamento come coinvolgimento attivo degli studenti in attività significative*, che portino a un confronto serrato fra teoria ed esperimento, fra pensiero e mondo, che consentano di conoscere se stessi in rapporto alle discipline;
- puntare sugli insegnanti e gli istituti scolastici come *i soggetti prioritari dell'azione di orientamento*;
- puntare su di un'idea di formazione degli insegnanti in servizio che parte dai problemi concreti e si sviluppa attraverso la progettazione, l'azione, la riflessione critica e il confronto con colleghi ed esperti, nonché successivamente anche attraverso specifici corsi di formazione.

Si è quindi immediatamente riconosciuta la necessità di avere progetti che congiuntamente perseguissero l'*orientamento degli studenti*, la *formazione degli insegnanti*, la costruzione di una *rete di relazioni* fra persone e fra soggetti istituzionali, la costruzione di un *sapere specifico diffuso*.

Tenuto conto delle risorse, significative, ma limitate rispetto ai numeri della scuola, si è inoltre ritenuto di:

- concentrare l'azione principalmente sugli *studenti degli ultimi tre anni della scuola superiore*, pur riconoscendo l'importanza grandissima di arrivare gradualmente a rinnovare la didattica in tutti i gradi della scuola;
- investire specialmente le risorse, almeno nel primo anno di attività del progetto, su *gruppi di studenti selezionati in base al loro interesse*, pur riconoscendo la necessità di arrivare gradualmente a dare a tutti gli studenti adeguate opportunità di avvicinare la scienza e la matematica in modo corretto;

Si è riconosciuta la necessità di progetti che congiuntamente perseguissero l'*orientamento degli studenti*, la *formazione degli insegnanti*, la costruzione di una *rete di relazioni* fra persone e fra soggetti istituzionali, la costruzione di un *sapere specifico diffuso*

3. Tra i diversi documenti di analisi citiamo solamente:

Europe needs more scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe (2004).

http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/publications_en.html;

Documento del Gruppo di lavoro per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica, presieduto da Luigi Berlinguer (maggio 2006), <http://www.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/index.shtml>;

Science education now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe Michel Rocard (2006), <http://ec.europa.eu/research/science-society/index.cfm?fuseaction=public.topic&id=1100>

- realizzare azioni nel bacino di utenza del *maggior numero possibile di atenei, in tutte le Regioni italiane*, in modo da avere un'ampia diffusione sul territorio nazionale;
- avere in ciascun Istituto scolastico coinvolto più insegnanti che partecipano al progetto, al fine di far crescere nella scuola un gruppo interno di discussione-azione-ricerca didattica disciplinare;
- sensibilizzare e formare gradualmente le risorse umane, nonché acquisire localmente, dove possibile, risorse per estendere le attività a un numero crescente di Istituti scolastici.

Si può considerare che nel loro insieme le attività svolte all'interno dei progetti abbiano avuto un carattere *sperimentale*. Queste attività non possono divenire di tipo istituzionale per la sproporzione dei numeri tra il sistema scolastico e quello universitario. Però, con la realizzazione dei progetti, si sono aperte delle strade di collaborazione e si sono sperimentate delle modalità di intervento didattico che potranno essere utilizzate più diffusamente in futuro. L'iniziativa assunta dal Ministero dell'Istruzione di potenziare i laboratori scientifici delle scuole, su proposta della Commissione Berlinguer, potrà trovare utili indicazioni per la sua realizzazione nella esperienza accumulata da questi progetti.

2 • OBIETTIVI E MODALITÀ

Tenuto conto dell'analisi e delle strategie generali precedentemente indicate, i progetti di Orientamento e di Formazione degli Insegnanti si sono posti più precisamente gli obiettivi e hanno adottato le modalità che sono elencati qui di seguito.

1. *Orientamento*. Dare agli studenti della scuola secondaria l'opportunità di conoscere problemi e temi rilevanti delle diverse discipline scientifiche interessate, nonché di sviluppare competenze trasversali e strategiche e atteggiamenti corretti nei confronti della scienza.

Questo obiettivo viene perseguito:

- offrendo opportunità di partecipare a «laboratori», ossia attività non episodiche che prevedono il coinvolgimento attivo degli studenti, il ricorso sistematico agli esperimenti, il lavoro di gruppo e la discussione, la soluzione di problemi;
- offrendo temi e contenuti più interessanti, legati all'esperienza quotidiana, alla ricerca scientifica, al mondo del lavoro;
- offrendo opportunità di visite e stage in laboratori didattici e di ricerca nelle università, negli istituti di ricerca, nelle imprese.

2. *Formazione degli Insegnanti*. Perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti e la loro capacità di interessare e motivare gli al-

Con la realizzazione dei progetti, si sono aperte delle strade di collaborazione e si sono sperimentate delle modalità di intervento didattico che potranno essere utilizzate più diffusamente in futuro

lievi attraverso attività didattiche sperimentali dirette. Migliorare la capacità degli insegnanti di sostenere gli allievi nel processo di orientamento preuniversitario.

Questo obiettivo viene perseguito:

- offrendo agli insegnanti l'opportunità di progettare, realizzare e valutare attività formative per gli studenti, in particolare i «laboratori», insieme a docenti universitari e altri esperti, con una collaborazione paritaria, e stimolando in questo modo la formazione in contesto degli insegnanti stessi;
- offrendo corsi di formazione su specifici argomenti;
- collegando alla ricerca didattica lo sviluppo professionale dei docenti e l'innovazione nell'insegnamento.

3. *Materiali, strumenti e disseminazione.* Realizzare e diffondere su scala nazionale materiali, strumenti e modelli organizzativi per le diverse finalità precedentemente indicate.

Questo obiettivo viene perseguito:

- incentivando i docenti a progettare attività e materiali e a documentare il lavoro svolto;
- coordinando a livello nazionale gruppi di lavoro nei quali si confrontino i risultati ottenuti e si perfezionino i materiali prodotti;
- predisponendo un archivio nazionale in rete delle attività svolte, dotato di opportuni motori di ricerca;
- pubblicando i risultati e i materiali in forma elettronica e cartacea adeguata.

4. Stimolare l'interesse delle Facoltà di Scienze e Tecnologie per le problematiche della didattica disciplinare nelle scuole.

Questo obiettivo viene perseguito:

- stimolando i docenti universitari a progettare e realizzare, insieme a insegnanti della scuola e altri esperti, attività che consentano di presentare le proprie discipline in modo interessante e corretto agli studenti della scuola superiore.

5. Sviluppare la capacità del Sistema Universitario, del Sistema Scolastico e del Sistema delle Imprese di collaborare per il miglioramento e l'integrazione dei processi formativi di rispettiva competenza.

Questo obiettivo viene perseguito:

- costituendo tavoli regionali di coordinamento e di confronto tra le Facoltà, l'USR e le Associazioni industriali;
- sperimentando, documentando e valutando modelli innovativi di azioni congiunte di Università, Scuola e Imprese;
- organizzando incontri e convegni territoriali sulle azioni dei progetti.

6. Avviare una generalizzata modifica nelle Facoltà di Scienze e Tecnologie e negli Istituti scolastici del modo di intendere sia l'orientamento preuniversita-

Occorre
stimolare
l'interesse
delle Facoltà
di Scienze
e Tecnologie
per le
problematiche
della didattica
disciplinare
nelle scuole

rio, sia la formazione in servizio dei docenti di chimica, fisica e matematica, sia il sistema dei rapporti Università-Scuola.

Questo obiettivo viene perseguito:

- proponendo una costante riflessione tra gli insegnanti e i docenti universitari sugli obiettivi, le modalità e gli effetti delle attività in corso, anche in relazione alle concezioni comuni e ad altre attività per la formazione degli insegnanti in servizio e per l'orientamento;
- cercando di sviluppare una forte comune consapevolezza del compito che si sta svolgendo e della sua portata generale.

3 • STRUTTURA NAZIONALE E TERRITORIALE DEI PROGETTI

Si sono costituiti quattro progetti nazionali di *Orientamento e Formazione degli Insegnanti*, uno per ciascuna delle quattro aree disciplinari interessate dal Progetto «Lauree Scientifiche»: Chimica (coordinato dal prof. Ulderico Segre), Fisica (coordinato dalla professoressa Josette Immè), Matematica (coordinato dal prof. Gabriele Anzellotti), Scienza dei Materiali (coordinato dal prof. Michele Catti). I quattro progetti nazionali sono stati articolati in progetti locali, ciascuno appoggiato presso una Facoltà di Scienze sede di un Corso di Laurea di una delle classi interessate (Tabella 1.1). Presso quasi tutti i Corsi di Laurea interessati si sono attivati progetti.

Ogni progetto locale ha visto il concorso dell'Università, dell'Ufficio Scolastico Regionale competente per territorio, di Istituti scolastici, e in molti casi di Associazioni industriali e imprese, di Enti di ricerca (Tabelle 1.2, 1.3, 1.4). Ogni progetto ha avuto un responsabile, docente della Facoltà interessata, e ha avuto un proprio piano biennale di attività, coinvolgendo personale dei diversi enti interessati (Tabelle 1.5 e 1.6).

Ogni progetto locale ha potuto contare su di un finanziamento composto di quattro parti: la prima è stata assegnata alla Facoltà dal Ministero dell'Università e Ricerca, Direzione per lo Studente; la seconda e la terza sono state assegnate all'Ufficio Scolastico Regionale competente, rispettivamente dalla Direzione per lo Studente e dalla Direzione per il Personale del Ministero dell'Istruzione; la quarta è stata infine un cofinanziamento locale da parte della sede universitaria e da altre fonti eventuali (Tabella 1.7). Una parte delle ore impiegate nel progetto dagli insegnanti e dai docenti universitari è stata al di fuori degli impegni contrattuali ed è stata retribuita con un compenso aggiuntivo. Una parte significativa è però stata svolta come compito istituzionale e si deve considerare come un finanziamento ulteriore al progetto da parte degli Istituti coinvolti. Un finanziamento indiretto, difficilmente quantificabile ma sicuramente consistente, è infine venuto dai Dipartimenti universitari coinvolti, che hanno messo a disposizione locali, attrezzature e materiale di consumo per la realizzazione dei laboratori.

Ogni progetto locale ha visto il concorso dell'Università, dell'Ufficio Scolastico Regionale competente per territorio, di Istituti scolastici, e in molti casi di Associazioni industriali e imprese, di Enti di ricerca

I quattro progetti nazionali si sono coordinati fra di loro attraverso il gruppo nazionale di coordinamento presieduto dal prof. Nicola Vittorio e mantenendo un costante contatto telematico.

La scelta di privilegiare un'organizzazione per progetti nazionali di area disciplinare, anziché ad esempio per progetti regionali multidisciplinari, è stata fatta al fine di utilizzare le esistenti reti nazionali di coordinamento dei Corsi di Laurea e della Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e anche per tenere conto delle affinità di problemi, sensibilità e tematiche di interesse nelle diverse aree. Il coordinamento regionale è stato invece previsto attraverso Tavoli Regionali dei soggetti istituzionali interessati e la multidisciplinarietà delle attività è stata nelle intenzioni lasciata all'iniziativa dei diversi progetti locali di una stessa facoltà.

4 • SISTEMA DI MONITORAGGIO

I quattro coordinatori nazionali, con il supporto di ReQus – Rete per la qualità della scuola – PoloQualità di Milano, hanno sviluppato un database *on-line* che contiene informazioni sui progetti e sulle attività.

Per ogni progetto locale, i dati vengono inseriti *on-line* dal responsabile di Ateneo, che accede con un sistema di autenticazione. Il sistema informativo produce viste e tabelle, che sono aggiornate in tempo reale con i dati immessi nel sistema. Tutti i dati inseriti dai progetti locali e le viste prodotte dal sistema sono visibili ai coordinatori nazionali dei progetti e anche ad altri responsabili istituzionali, a livello nazionale e regionale, che hanno ricevuto una password di lettura. Alcune tabelle sono accessibili in rete e altre sono utilizzate per report e altre pubblicazioni, come quella presente. In particolare, sono pubblicate in rete, in <http://www.requs.it/homepage.asp>:

- le *sintesi* dei progetti locali, che contengono l'elenco degli istituti scolastici coinvolti, con i rispettivi referenti e i relativi recapiti, nonché le descrizioni sintetiche delle attività svolte: numeri di partecipanti, contenuti, modalità e risultati;
- l'elenco delle *parole chiave*, che consente di effettuare una ricerca *on-line* delle attività che hanno indicato una certa parola chiave.

Altri dati riguardano le spese sostenute da ciascun progetto locale e consentono di produrre i consuntivi finanziari dei progetti nazionali. Altri dati ancora sono quelli delle risposte fornite da studenti e insegnanti ai questionari somministrati al termine delle attività. Alcuni di tali dati sono riportati nelle Tabelle 1.9 e 1.10.

Le schede del sistema informativo, nate come strumento per il monitoraggio esterno dei progetti locali, sono diventate nel corso dei due anni anche uno

I quattro coordinatori nazionali, con il supporto di ReQus - Rete per la qualità della scuola - PoloQualità di Milano, hanno sviluppato un database *on-line* che contiene informazioni sui progetti e sulle attività

strumento di progettazione, archiviazione e autovalutazione per i progetti locali stessi.

5 • PROBLEMI, DIFFICOLTÀ, PUNTI FORTI E PUNTI DEBOLI

Coordinamento nazionale

A partire già dalla fase di progettazione, è stato necessario avere un forte coordinamento nazionale, al fine di garantire lo sviluppo dei progetti in modo organico e secondo le linee comuni stabilite, pur lasciando alle sedi locali e alle singole attività la più grande flessibilità nell'individuare i modi, gli strumenti e i tempi per raggiungere gli obiettivi. La realizzazione del database *on-line* di monitoraggio e la redazione di report periodici ha richiesto un notevole lavoro di coordinamento, che ha costretto a discutere e a precisare molti aspetti organizzativi. Nonostante il notevole lavoro di messa a punto, il sistema è rimasto più complesso di quello che era necessario, ha richiesto ai referenti locali molto lavoro e ha provocato fra di essi alcuni malumori iniziali. Tuttavia si riconosce che il risultato raggiunto consente una conoscenza capillare e in tempo reale dei progetti e delle attività svolte, che sembra non avere uguali in alcun altro progetto (di orientamento, e non solo) finanziato dal Ministero (MUR e MPI). Le sintesi dei progetti cominciano a essere utilizzate per la diffusione delle idee e le potenzialità sembrano molto grandi. Probabilmente le difficoltà rilevate nella operazione di monitoraggio sono legate alla sua tempistica: il monitoraggio è stato impostato *dopo* la presentazione dei progetti nazionali e locali, mentre sarebbe stato più razionale predisporre in modo coordinato la presentazione dei progetti *contemporaneamente* alla definizione della struttura del monitoraggio, di modo fosse già nota ai responsabili locali la tipologia dei dati da considerare ai fini del monitoraggio.

L'impegno che è stato richiesto ai coordinatori nazionali delle quattro aree per il coordinamento fra i progetti nazionali, i rapporti con i Ministeri, il tempestivo sostegno ai referenti locali in una miriade di richieste, l'organizzazione della raccolta di dati, la comunicazione verso l'esterno, la redazione di rapporti e pubblicazioni è stato molto elevato, molto più elevato di quanto fosse possibile prevedere all'inizio. In qualche caso è stato possibile acquisire la collaborazione di persone esperte, ma sarebbe stato necessario averne un numero maggiore.

Coordinamento regionale e rapporti con gli USR

Come è stato ricordato nell'articolo di S. Ferraro in questo fascicolo, il finanziamento Ministeriale complessivo di 8,5 milioni di euro era ripartito in due quote provenienti da due distinti Dipartimenti dell'allora Ministero dell'I-

Il risultato raggiunto consente una conoscenza capillare e in tempo reale dei progetti e delle attività svolte, che sembra non avere uguali in alcun altro progetto (di orientamento, e non solo) finanziato dal Ministero (MUR e MPI)

struzione, Università e Ricerca: 6,5 milioni dal Dipartimento dell'Università e 2,0 milioni dal Dipartimento dell'Istruzione. Il Ministero decise di far pervenire alle unità locali il finanziamento deliberato attraverso due canali, assegnando la prima quota alle Università e la seconda quota agli USR delle Regioni di riferimento. La necessità di integrare i due diversi canali di finanziamento, unitamente alla volontà di monitorare e coordinare le attività delle unità locali della Regione, ha portato alla costituzione di Tavoli di coordinamento formati da rappresentanti dell'Università, dell'Ufficio Scolastico Regionale e di Confindustria regionale e/o provinciale. La costituzione dei Tavoli è avvenuta all'inizio del 2006, dato che è stato necessario definire in via preliminare un protocollo comune a livello nazionale. Compito dei Tavoli era di «coordinare e monitorare le attività dei Progetti approvati dal MIUR, assicurare la stretta integrazione tra Scuola, Università e Imprese, fornire ai progetti l'assistenza necessaria nelle forme e nei limiti previsti da questo protocollo/convenzione, verificare *in itinere* la conformità dei progetti con gli obiettivi di cui alle Linee Guida».

L'attività dei Tavoli è risultata in generale di sicura utilità e per un resoconto sulle diverse esperienze regionali si rimanda all'articolo di S. Ferraro. In particolare, la costituzione dei Tavoli ha evitato che si diffondesse, presso gli USR, un atteggiamento di tipo autonomistico, che ha portato inizialmente alcuni Uffici a considerare di poter utilizzare i finanziamenti ricevuti sulla base di propri autonomi progetti e non sulla base dei progetti presentati e approvati dalle singole unità locali afferenti ai progetti nazionali. Indubbiamente l'efficacia dell'azione di coordinamento regionale sarebbe stata assai più incisiva se la costituzione dei tavoli regionali fosse avvenuta contemporaneamente all'avvio dei progetti nel 2005.

Retribuzione del personale di ruolo della Scuola o dell'Università

Oltre il 70% delle ore impegnate nelle attività dei progetti di Orientamento e Formazione Insegnanti sono state a carico del personale docente della Scuola e dell'Università. Di queste, solamente il 36% è stato retribuito a carico del Progetto (circa il 50% per il personale della Scuola e circa il 20% per il personale dell'Università). L'insieme delle ore impegnate nel progetto ma non retribuite costituiscono una sorta di cofinanziamento virtuale che non è stato possibile contabilizzare, ma che costituirebbe sicuramente una somma assai superiore a quello che è stato il cofinanziamento monetario proveniente dalle Università e da altri Enti. Occorre però dire che la mancata retribuzione delle ore impegnate nel progetto non è conseguenza solamente dello spirito di disinteresse personale che ha mosso la stragrande maggioranza degli operatori, ma anche delle difficoltà amministrative che in molti casi si sono incontrate. In particolare, alcune sedi universitarie hanno opposto un tenace rifiuto alla ri-

La necessità di integrare i due diversi canali di finanziamento ha portato alla costituzione di Tavoli di coordinamento formati da rappresentanti dell'Università, dell'Ufficio Scolastico Regionale e di Confindustria regionale e/o provinciale

chiesta da parte dei responsabili locali di riconoscere il compenso previsto per i docenti universitari, nonostante una positiva lettera di chiarimento inviata dalla Direzione Generale per lo Studente del Ministero dell'Università in data 22/02/2006.

6 • CONCLUSIONI

I progetti di Orientamento e Formazione Insegnanti del PLS sono articolati e complessi, per il numero di atenei e scuole coinvolte, per il numero di docenti universitari e della scuola che vi hanno partecipato, per il numero di studenti che ne hanno potuto usufruire. Questi progetti hanno consentito una vera e propria sperimentazione didattica e una verifica, dopo due anni di attività, della correttezza delle impostazioni iniziali. Ce ne sono due che vogliamo qui ancora ricordare: l'importanza metodologica del laboratorio per l'insegnamento della matematica e delle scienze sperimentali; la necessità di coinvolgere in maniera strutturale scuole, università e imprese in questa iniziativa. Certo, come discusso nell'ultimo paragrafo, dopo due anni di sperimentazione ci sono punti di forza e punti di debolezza. Ma al di là di questo aspetto, completamente fisiologico per progetti di queste dimensioni, è comunque indubbio che è stato accumulato un patrimonio di competenze e di esperienze che non devono essere disperse.

Affrontare in maniera strutturale il problema dell'insegnamento della matematica e delle scienze nella nostra scuola richiede la creazione di una rete aperta a tutti gli attori istituzionali che consenta di mettere a sistema le diverse competenze, le diverse esperienze, le migliori pratiche. Da questo punto di vista, il PLS ha introdotto novità importanti proprio nel modo di creare, mantenere e sviluppare i rapporti tra scuola, università e imprese. Proprio per questo, il PLS non ha solo l'obiettivo di continuare una sperimentazione, per sua natura limitata nel tempo, ma ha anche, e soprattutto, l'obiettivo di contribuire a mettere a sistema le migliori pratiche fin qui realizzate.

Affrontare in maniera strutturale il problema dello insegnamento della matematica e delle scienze nella nostra scuola richiede la creazione di una rete aperta a tutti gli attori istituzionali che consenta di mettere a sistema le diverse competenze

Tabella 1.1 • Sedi universitarie e progetti locali, per Regione e per area

Regione	Chimica		Fisica		Matematica		Sc. Materiali	
	sedi	progetti	sedi	progetti	sedi	progetti	sedi	progetti
Abruzzo	1	0	1	1	1	1	0	0
Basilicata	1	1	0	0	1	1	0	0
Calabria	1	1	1	1	1	1	1	1
Campania	2	2	1	1	3	2	1	1
Emilia Romagna	4	4	4	4	4	4	1	1
Friuli-Venezia Giulia	1	1	2	2	2	2	0	0
Lazio	2	2	3	3	3	3	1	1
Liguria	1	1	1	1	1	1	1	1
Lombardia	4	4	5	5	5	5	1	1
Marche	1	1	1	1	1	1	0	0
Piemonte	2	1	2	2	3	1	1	1
Puglia	1	1	2	2	2	2	1	1
Sardegna	2	2	0	0	1	1	1	1
Sicilia	3	3	4	3	3	3	0	0
Toscana	3	2	3	3	3	2	0	0
Trentino-Alto Adige	0	0	1	1	1	1	0	0
Umbria	1	1	1	1	1	1	0	0
Veneto	2	2	1	1	2	1	2	2
TOTALE	32	29	33	32	38	33	11	11

Tabella 1.2 • Numero di Istituti scolastici, per area e per anno

Area	Nei 2 anni	Nel primo anno
Chimica	626	517
Fisica	633	574
Matematica	590	508
Scienza dei Materiali	219	131
TOTALE	2.068	1.730

Tabella 1.3 • Numero di Scuole coinvolte, per tipo e per area

Tipologia	Chimica		Fisica		Matematica		Sc. Materiali		Totale	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
Istituto Comprensivo	21	13	24	19	39	28	14	5	98	65
Istituto d'Arte	2	2	2	1	2	2	0	0	6	5
Istituto Magistrale	9	4	5	4	14	9	6	4	34	21
Istituto Professionale	21	13	8	4	6	3	1	1	36	21
Istituto Tecnico Commerciale	23	14	4	4	22	19	3	3	52	40
Istituto Tecnico per Geometri	10	8	8	5	5	5	0	0	23	18
Istituto Tecnico Industriale	111	103	84	74	46	42	52	30	293	249
Istituti Tecnici – Altri	37	33	35	31	21	15	6	6	99	85
Liceo Artistico	5	3	5	5	5	3	1	1	16	12
Liceo Classico	93	75	66	65	69	63	27	17	255	220
Liceo Linguistico	6	6	3	1	1	1	1	1	11	9
Liceo Scientifico	250	204	321	292	265	215	90	50	926	761
Liceo Scientifico Tecnologico	16	12	10	9	3	2	3	1	32	24
Scuola Elementare	0	0	0	0	17	17	0	0	17	17
Scuola Media	0	0	9	10	21	16	0	0	30	26
Istituti non compresi nelle voci precedenti	17	22	45	41	54	42	15	12	131	117
Tipologia non indicata	5	5	4	9	0	26	0	0	9	40
TOTALE	626	517	633	574	590	508	219	131	2.068	1.730

Tabella 1.4 • Numero di relazioni con gli Enti coinvolti, per tipo e per area

Tipologia	Chimica		Fisica		Matematica		Sc. Materiali		Totale	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
Università	28	28	39	39	35	35	9	9	111	111
Strutture universitarie*	54	46	66	59	57	54	14	12	191	171
Imprese	85	69	48	47	24	21	46	34	203	171
Enti di ricerca e altri enti	41	39	62	56	17	15	37	23	157	133
Associazioni industriali	65	63	44	38	33	33	28	28	170	162
Altro	10	6	6	5	10	9	6	5	32	25
TOTALE	283	223	265	205	176	132	140	102	864	662

*Dipartimenti, Facoltà, ...

Tabella 1.5 • Numero di persone coinvolte, per tipo e per area

Numero di persone	Chimica		Fisica		Matematica		Sc. Materiali		Totale	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
UNIV. RUOLO-DOCENTE	484	425	410	390	401	344	80	81	1.375	1.240
UNIV. RUOLO-ALTRO	107	74	91	87	23	18	19	15	240	194
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	639	544	694	609	958	699	249	204	2.540	2.056
SCUOLA RUOLO-ALTRO	25	17	16	15	7	5	7	1	55	38
ASS. INDUSTRIALI	86	77	39	40	46	45	33	35	204	197
ALTRI ENTI	49	46	82	83	48	38	34	37	213	204
A CONTRATTO	237	194	213	182	149	111	132	104	731	591
IMPRESE	63	62	34	36	31	15	38	30	166	143
TOTALE	1.690	1.439	1.579	1.442	1.663	1.275	592	507	5.524	4.663

Tabella 1.6 • Impegno delle persone coinvolte in ore, per tipo e per area

		ore																				
Tipo persone	Chimica				Fisica				Matematica				Sc. Materiali				Totale					
	nei due anni		1° anno		nei due anni		1° anno		nei due anni		1° anno		nei due anni		1° anno		nei due anni		1° anno			
	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.	Tot.	% su prog.		
UNIV.																						
RUOLO-DOCENTE	31.206	18,1	16.417	18,1	32.166	14,6	16.823	13,8	29.111	28,4	15.730	30,6	10.020	18,4	4.793	19,2	102.503	19,9	53.763	20,4		
UNIV. RUOLO-ALTRO	6.560	55,1	3.219	53,9	9.095	38,4	4.644	36,7	906	43,5	405	65,2	1.265	41,1	588	30,6	17.826	44,5	8.856	46,6		
SCUOLA																						
RUOLO-DOCENTE	19.791	49,7	9.656	46,6	32.350	51,6	16.238	49,1	49.266	50,6	24.344	54,0	13.882	34,7	6.539	34,8	115.289	46,7	56.777	46,1		
SCUOLA																						
RUOLO-ALTRO	950	35,4	465	14,4	513	56,3	230	60,9	211	54,0	92	42,4	203	9,9	20	30,0	1.877	38,9	807	36,9		
ASS. INDUSTRIALI	3.555	8,3	1.771	9,1	1.182	31,3	596	31,9	968	19,2	507	18,7	1.075	24,8	552	23,9	6.780	20,9	3.426	20,9		
IMPRESE	1.385	10,1	660	10,6	2.824	29,4	1.429	29,7	1.280	25,8	605	34,0	1.460	33,2	740	32,2	6.949	24,6	3.434	26,6		
ALTRI ENTI	16.504	87,2	8.527	89,8	20.995	87,8	11.722	88,5	10.452	73,9	5.130	74,8	13.001	84,1	5.669	80,4	60.952	83,3	31.048	83,4		
A CONTRATTO	1.000	6,8	460	0,0	1.142	46,0	548	44,5	665	11,3	245	22,0	1.387	2,9	691	2,9	4.194	16,8	1.944	17,4		
TOTALE	80.951	42,4	41.175	41,7	100.267	45,2	52.230	44,8	92.859	45,3	47.058	47,7	42.293	44,7	19.592	42,5	316.370	44,4	160.055	44,2		

Tabella 1.7 • Finanziamenti, per fonte e per area

Fonte	Chimica		Fisica		Matematica		Sc. Materiali		Totale	
	importo	%	importo	%	importo	%	importo	%	importo	%
MIUR Università	1.124.470	48,4	1.163.383	44,6	1.109.034	50,0	395.515	49,3	3.792.402	47,7
USR Studenti	466.143	20,1	490.178	18,8	368.566	16,6	177.663	22,1	1.502.550	18,9
USR Insegnanti	155.380	6,7	230.394	8,8	122.857	5,5	59.220	7,4	567.851	7,1
Cofinanziam. locale	576.460	24,8	722.330	27,7	616.270	27,8	169.801	21,2	2.084.861	26,2
TOTALE	2.322.453	100,0	2.606.285	100,0	2.216.727	100,0	802.199	100,0	7.947.664	100,0

Tabella 1.9 • Percentuali risposte questionari studenti, tutte le sedi, tutte le aree

	Decisamente NO	Più NO che SÌ	Più SÌ che NO	Decisamente SÌ
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	1,5	7,7	45,1	45,8
10. L'attività è stata impegnativa?	13,6	38,8	33,8	13,8
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	4,7	20,4	48,8	26,1
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,4	8,6	39,5	49,5
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	2,9	11,2	46,6	39,4
14. I docenti sono stati chiari?	1,5	6,5	40,1	51,9
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la disciplina?	4,9	16,9	45,9	32,3
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	16,6	30,8	33,0	19,6
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	2,3	5,8	34,9	57,1

Tabella 1.10 • Percentuali risposte questionari insegnanti, tutte le sedi, tutte le aree

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	35,4	20,0	18,7	26,0
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	18,8	17,4	23,2	40,7
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0,7	2,0	17,4	79,9
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	29,7	35,4	26,1	8,8
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	0,6	3,4	31,1	64,9
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0,3	2,7	26,7	70,3
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0,7	2,4	28,8	68,2
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0,4	1,6	18,4	79,7
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	15,3	28,0	40,5	16,1
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	3,6	14,8	32,7	48,8
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	0,7	7,1	53,4	38,8
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	10,3	32,4	36,0	21,3
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0,5	2,1	31,8	65,6
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della disciplina?	0,4	5,1	39,7	54,8
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	1,2	8,8	41,0	48,9
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0,1	1,1	18,1	80,7

IL PROGETTO DI ORIENTAMENTO E DI FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI - AREA MATEMATICA (PLS-OFI-MAT)

1 • INTRODUZIONE

Gli immatricolati ai Corsi di Laurea in Matematica erano circa 4500 alla fine degli anni Ottanta, quando il loro numero ha cominciato a diminuire. Nel 1995 erano diventati circa 3200, poi circa 1900 nel 1998 e infine circa 1600 nel 2000. Questo calo, apparso evidente già nei primi anni Novanta, era analogo a quello che si stava verificando in altri Paesi sviluppati e all'inizio non aveva particolarmente preoccupato: sembrava una ragionevole conseguenza dello sviluppo crescente dei corsi di laurea in informatica, verso i quali si riteneva comunemente che si spostassero soprattutto gli studenti, e di una diminuita richiesta nel settore dell'insegnamento, che si riteneva essere il principale sbocco occupazionale dei laureati in Matematica. Alla fine degli anni Novanta si capì però che la questione era grave e più complessa e si cominciò a diffondere una notevole preoccupazione nella comunità matematica e tra gli osservatori più attenti del rapporto fra sistema educativo, ricerca scientifica, innovazione e sistema produttivo. In particolare, alcuni Corsi di Laurea in Matematica avevano cominciato ad avere numeri molto piccoli di studenti e si poneva perfino la questione della loro sopravvivenza, alla quale era legato anche il livello di risorse dedicate alla ricerca scientifica di area matematica. Inoltre, le analisi degli indicatori macroeconomici mettevano in evidenza la difficoltà che si sarebbe avuta nel giro di dieci anni per trovare insegnanti, ricercatori e matematici applicati nell'industria e nei servizi, e le sue conseguenze negative per lo sviluppo del Paese. Ci si rendeva conto che si trattava di un ampio fenomeno che riguardava la percezione collettiva, la considerazione sociale e il ruolo economico-politico della matematica e della scienza.

Già nel corso degli anni Novanta si ebbero le prime azioni specifiche per contrastare questo fenomeno. Diversi singoli corsi di laurea avviarono o intensificarono proposte di conferenze nelle scuole superiori, ma queste conferenze

di
Gabriele
Anzellotti
Facoltà di Scienze,
Università
di Trento,
Coordinatore
Nazionale del
PLS-OFI-Mat

Francesca
Mazzini
PLS-OFI-Mat,
Sottoprogetto
trasversale
nazionale

erano in genere episodiche, non organiche ed essenzialmente dipendenti dalla buona volontà dei docenti, della Scuola e dell'Università. L'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INDAM) avviò nel 2000 un programma di borse di studio per immatricolati in Matematica, assegnate attraverso una prova nazionale selettiva di matematica¹. Chi scrive ritiene che si sia trattato di una iniziativa lungimirante, importante, meritoria e che dovrebbe essere mantenuta, in modi opportuni, per diversi buoni motivi, ma il suo effetto diretto sui numeri di immatricolati ai Corsi di Laurea in Matematica è difficilmente valutabile e forse non è stato particolarmente significativo. Altre iniziative rilevanti per l'orientamento, anche se in genere non ideate primariamente per rispondere alla crisi delle vocazioni, furono lo sviluppo di reti per l'organizzazione di giochi e gare matematiche, a cominciare dalle «Olimpiadi di Matematica»². Questi giochi e gare, anche grazie al sostegno di organizzazioni e associazioni culturali e scientifiche, a cominciare dall'Unione Matematica Italiana nel caso delle Olimpiadi, sono ora diventati una importante realtà. Infine, alcuni gruppi di matematici di area didattica iniziarono a produrre «mostre» di matematica, intorno alle quali si sono successivamente costituiti nuclei di ricerca sulla comunicazione della matematica e importanti «Centri», «Laboratori» o «Musei» per la matematica³. In generale, tutto il tema dell'orientamento alla scelta universitaria ebbe un certo impulso negli anni 1996-1998, in particolare con due note del ministro Berlinguer, indirizzate agli Istituti scolastici da un lato e agli Atenei dall'altro. L'interpretazione che si dava dell'orientamento da parte degli Istituti scolastici e delle Università era però spesso indirizzata in una direzione psicologica-psicometrica e informativa e non risultava specificamente utile per la matematica.

Tutte le azioni indicate non costituivano un sistema organico e coerente e non riuscivano ad agire sistematicamente su alcuni punti cruciali:

- l'immagine della matematica che i ragazzi e le ragazze parevano acquisire dalla scuola superiore sembrava assai negativa: una cosa astrusa, arida, lontana dalla vita, poco utile, e poco remunerativa;
- gli insegnanti della scuola superiore non sembravano spesso in grado e non sembravano sufficientemente consapevoli della necessità di dare ai loro studenti adeguate opportunità di conoscere la natura della matematica e che cosa la matematica potesse essere per loro;

1. Si veda il sito dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INDAM): <http://www.altamatematica.it/>

2. Sito delle Olimpiadi di Matematica: <http://olimpiadi.dm.unipi.it/>

3. Centro Matematita (<http://www.matematita.it/>), Laboratorio delle Macchine Matematiche (<http://www.mmlab.unimore.it/on-line/Home.html>), Il Giardino di Archimede (<http://web.math.unifi.it/archimede/archimede/index.html>).

Tutto il tema dello orientamento alla scelta universitaria ebbe un certo impulso negli anni 1996-1998, in particolare con due note del ministro Berlinguer, indirizzate agli Istituti scolastici da un lato e agli Atenei dall'altro

- il mancato sviluppo, in molti studenti, di un buon livello di conoscenza della matematica riduceva in generale la propensione verso le discipline scientifiche e tecnologiche.

Negli anni 2003 e 2004 era quindi piuttosto chiaro, almeno ad alcuni, che la questione delle vocazioni matematiche doveva essere affrontata *organicamente e in stretto collegamento* con la questione generale della *didattica* e della *motivazione all'apprendimento* della matematica nella scuola, nonché con la questione della *formazione* disciplinare, culturale e professionale *degli insegnanti*. L'inquadramento di tale questione nel problema più generale delle vocazioni scientifiche e nel complesso sistema di rapporti fra Scuola, Università e mondo del Lavoro, non erano peraltro ben chiari alla comunità dei matematici, che probabilmente non sarebbe stata capace di pensare strategie adeguate, né di trovare le necessarie alleanze, i necessari finanziamenti e i necessari strumenti organizzativi, se non ci fosse stata l'iniziativa congiunta della Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze, del Ministero (allora unito) dell'Istruzione, Università e Ricerca e di Confindustria di lanciare il Progetto «Lauree Scientifiche». Per la presentazione del quadro organico di interventi del Progetto «Lauree Scientifiche», e per l'indicazione dei molti soggetti che si sono incontrati per avviare e poi per realizzare tali interventi, si rimanda agli articoli introduttivi di questo volume. Qui vogliamo però fare qualche riflessione sulla specifica relazione che c'è fra la matematica e il Progetto «Lauree Scientifiche».

I matematici hanno tradizionalmente minori contatti con l'industria e il mondo del lavoro, rispetto ai fisici e ai chimici, e questo porta a maggiori difficoltà nel disegnare percorsi formativi ottimali per l'inserimento nelle imprese. Il Progetto «Lauree Scientifiche», spronando le comunità dei matematici ad affrontare il problema, ha esercitato un'influenza positiva. La consapevolezza di tale problema ha portato a indirizzare sul progetto «Formazione triennale e stage» per la matematica un finanziamento quasi doppio rispetto a quello delle altre discipline. Sui mestieri dei matematici si è poi realizzata un'ampia ricerca che ha portato alla realizzazione di un sito⁴ e di un libro, *Matematici al Lavoro*, che sarà pubblicato all'inizio del 2008 presso la casa editrice Sironi di Milano. Questa ricerca ha mostrato una grande vivacità dei laureati in Matematica e un ruolo importante della matematica in tutti i settori di lavoro ed è una base importante di informazioni per studenti e docenti, a partire dalla quale si potranno sviluppare maggiori contatti e relazioni tra i matematici e il mondo del lavoro. La strada è però ancora lunga e, in particolare, è ancora insufficiente la capacità di Università e Istituti scolastici di interagire con Associazioni industriali e Imprese per realizzare attività più efficaci di orientamento degli studenti

I matematici hanno tradizionalmente minori contatti con l'industria e il mondo del lavoro, rispetto ai fisici e ai chimici, e questo porta a maggiori difficoltà nel disegnare percorsi formativi ottimali per l'inserimento nelle imprese

4. <http://mestieri.dima.unige.it/>

e di crescita professionale dei docenti. Tale problema dovrà essere oggetto di particolare attenzione nell'immediato futuro.

La matematica ha a sua volta esercitato un'influenza sul Progetto «Lauree Scientifiche», portando la propria diffusa esperienza di ricerca didattica, di formazione degli insegnanti, di rapporti tra università e scuola. Tale esperienza ha contribuito a far crescere nel Progetto una specifica sensibilità e consapevolezza, nonché strategie e modalità per la didattica e lo sviluppo professionale degli insegnanti, che hanno arricchito il progetto originale.

Come si è detto, in Italia si ha una significativa tradizione di ricerca matematica, di ricerca e sperimentazione didattica nella Scuola e nelle Università, di azioni per la formazione degli insegnanti (iniziale e in servizio), di associazione scientifica sensibile a tali questioni. In particolare, nel 2004, in molte città e Regioni erano presenti insegnanti delle scuole e docenti universitari competenti e interessati al problema. Inoltre erano attivi numerosi gruppi di ricerca in didattica della matematica, presso i Dipartimenti di Matematica delle Università e presso i Centri e Musei della Matematica, collegati in alcuni progetti nazionali di ricerca. Queste importanti risorse si erano formate poco alla volta a partire già dalla fine degli anni Settanta con i nuclei di ricerca didattica di cui era stato animatore Giovanni Prodi, poi nell'ambito del Piano Nazionale per l'Informatica (tra il 1985 e il 1992) e successivamente nell'ambito delle azioni d'intesa fra Unione Matematica Italiana e Ministero della Pubblica Istruzione: seminari di Viareggio (1994-2000) per gli insegnanti, progetti collaborativi di ricerca promossi dal MPI nel 2000, progetto «La Matematica per il cittadino»⁵ 2001, 2003 e 2004. In molte Regioni tali risorse avevano trovato una occasione importante di aggregazione e di sviluppo negli indirizzi scientifici e fisico-matematici delle SSIS, i quali pure avevano alcune forme di coordinamento nazionale, per esempio per la costruzione delle prove di ammissione. La notevole quantità di risultati e materiali prodotti nel tempo sembrava però faticare molto ad avere quella diffusione e quell'impatto nella prassi didattica delle scuole, che sarebbero stati auspicabili, e i risultati delle indagini internazionali sugli apprendimenti di base, per esempio OECD-PISA, erano assai poco buoni (però con notevolissime differenze geografiche e per tipo di istituto). Inoltre, nei dipartimenti universitari e anche nella comunità scientifica, i rapporti fra i matematici che si occupavano di didattica e gli altri matematici erano poco sviluppati e, quando c'erano, andavano da situazioni di buon vicinato a situazioni di conflitto, senza in genere produrre collaborazioni. Un'altra importante rete era infine quella dei Corsi di Laurea in Matematica, che però non si era essenzialmente mai occupata di orientamento e di rapporti con la scuola. Le molteplici risorse elencate risultavano

In Italia si ha una significativa tradizione di ricerca matematica, di ricerca e sperimentazione didattica nella Scuola e nelle Università, di azioni per la formazione degli insegnanti (iniziale e in servizio), di associazione scientifica sensibile a tali questioni

5. <http://umi.dm.unibo.it/italiano/Didattica/didattica.html>

pertanto alquanto staccate le une dalle altre, non ben consapevoli del quadro complessivo di problemi e di azioni nel quale si sarebbe potuto e dovuto operare e molto meno efficaci rispetto alle potenzialità.

Nel quadro del Progetto «Lauree Scientifiche», ci si accinse allora a elaborare un programma nazionale per lo sviluppo delle vocazioni per la matematica che doveva operare in più direzioni:

- i. alzare in generale il livello delle conoscenze matematiche degli studenti nella scuola, ampliando in particolare la fascia degli studenti con buone capacità e motivazioni, già a cominciare dai primi anni di scuola, anche con azioni mirate a rimuovere atteggiamenti negativi e concezioni errate tra studenti e insegnanti;
- ii. offrire, in particolare agli studenti più interessati e preparati, ma non soltanto a loro, occasioni efficaci di apprezzare la matematica e di valutarla come scelta di studio e di lavoro, utilizzando soprattutto modalità di laboratorio;
- iii. migliorare le competenze professionali degli insegnanti di matematica e in particolare la loro capacità di favorire lo sviluppo delle vocazioni per la matematica e il raggiungimento di buoni livelli di conoscenza in una fascia ampia di studenti.

E tutto questo doveva essere fatto con una visione ampia, trovando il modo di *trarre profitto da tutte le risorse disponibili* e contemporaneamente facendo un passo in avanti nella *consapevolezza collettiva dei problemi* e nella capacità di realizzare azioni efficaci e di *ampia portata* nel sistema di istruzione. Si decise pertanto di insistere particolarmente sugli obiettivi e sulle strategie che elenchiamo di seguito.

1. Raccogliere le idee esistenti e promuovere ulteriore ricerca, al fine di realizzare un quadro di riferimento globale per le tematiche del rapporto Università-Scuola, dell'orientamento, della didattica della matematica, della formazione degli insegnanti, della ricerca didattica, della comunicazione della matematica. Diffondere la conoscenza di questo quadro di riferimento attraverso un'azione di comunicazione interna capillare e costante con tutti i soggetti coinvolti, e attraverso un'azione di comunicazione verso l'esterno.
2. Sperimentare su larga scala modelli di attività laboratoriale per gli studenti, in grado di incidere contemporaneamente sui modi e i contenuti dell'apprendimento della matematica, sulle competenze professionali degli insegnanti, sulla percezione e sugli atteggiamenti di studenti e insegnanti verso la matematica.
3. Realizzare una rete di relazioni nazionali e territoriali tra i soggetti interessati, utile sia per uno sviluppo ulteriore delle diverse iniziative già esistenti, sia per la realizzazione di nuove specifiche attività. In particolare:

Nel quadro del Progetto «Lauree Scientifiche», ci si accinse allora a elaborare un programma nazionale per lo sviluppo delle vocazioni per la matematica che doveva operare in più direzioni

- appoggiandosi alla rete dei Corsi di Laurea in Matematica, sviluppare una specifica rete di progetti, collocati nel maggior numero possibile di sedi, coinvolgendo istituzionalmente i Corsi di Laurea e le Facoltà nella questione del rapporto con il sistema scolastico e con gli insegnanti, e favorendo in ogni sede la collaborazione fra i matematici didatti e gli altri;
 - in ciascuna attività di ogni sede, richiedere necessariamente il coinvolgimento paritetico di docenti universitari e insegnanti delle scuole e la finalizzazione agli studenti;
 - coinvolgendo i principali Centri italiani per la comunicazione della matematica, realizzare materiali didattici e sperimentarne l'utilizzazione nelle scuole, con particolare attenzione alle Regioni del Sud, che sono meno dotate di risorse di questo tipo.
4. Produrre materiali e strumenti di diverso tipo e livello, e svilupparli progressivamente, attraverso il confronto tra più gruppi sul territorio nazionale.
 5. Sviluppare risorse umane con elevate competenze specifiche, collocate nel sistema scolastico e nelle università.

Nei paragrafi seguenti si trova una descrizione delle attività svolte, dei risultati ottenuti, delle azioni ancora in corso e una discussione di difficoltà, punti forti e punti deboli. La riflessione e la valutazione necessarie non sono certo esaurite in questo modo e occorrerà ancora molto lavoro e molto tempo. Possiamo però fare alcune considerazioni complessive su quanto è stato fatto e su quello che sarebbe utile e opportuno fare ancora.

Si è scelto di privilegiare l'intervento negli ultimi tre anni della scuola superiore, e di cominciare con gruppi di studenti più interessati presi da diverse classi, in orario anche extracurricolare

Una prima osservazione necessaria è che le azioni intraprese nel programma perseguono sì l'obiettivo primario del Progetto «Lauree Scientifiche», che è quello di aumentare il numero degli iscritti e laureati in Matematica, ma lo inseriscono in un contesto più generale, che è quello di offrire agli studenti della scuola superiore migliori opportunità di conoscere la matematica e di migliorare in generale l'insegnamento e l'apprendimento di questa disciplina. Per far questo è chiaro che si dovrebbe intervenire con classi intere, in orario curriculare e fino dai primi anni di scuola, tuttavia, come negli altri progetti, si è scelto di privilegiare l'intervento negli ultimi tre anni della scuola superiore, e di cominciare con gruppi di studenti più interessati presi da diverse classi, in orario anche extracurricolare. Questa scelta è stata dettata da diversi motivi. Da un lato le risorse disponibili, sia finanziarie, sia umane, non consentivano un intervento a tutto campo e la scelta fatta è sembrata la più immediatamente efficace. D'altro lato i docenti universitari e i Corsi di Laurea in Matematica erano più facilmente coinvolgibili su temi di matematica relativamente avanzata, come quelli che si possono trattare con studenti più grandi. Si ritiene però che sarebbe importante che attività del tipo del PLS fossero coordinate, sia a livello nazionale, sia a livello territoriale e regionale, con altre attività indirizzate maggiormente alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado,

in particolare quelle dei Piani Nazionali M@t.abel⁶ e ISS⁷. Per la matematica si ritiene in particolare che il coordinamento con il Piano M@t.abel potrebbe essere utile ed efficace. Infatti quest'ultimo è indirizzato alla scuola media e ai primi due anni della scuola superiore e si complementerebbe molto bene con PLS, anche perché gli assunti di fondo di entrambi, sulla didattica attraverso il laboratorio e la discussione, sono comuni e hanno la stessa radice nella tradizione della ricerca didattica matematica italiana, che si è delineata all'inizio di questa introduzione.

Rispetto al Piano M@t.abel, il Progetto LS-OFI-Matematica ha una interazione con le università molto più forte e distribuita sul territorio. Questo implica anche un maggiore contatto con la ricerca e una maggiore possibilità di costruire idee e materiali nei progetti decentrati, a differenza di M@t.abel, che utilizza materiali prodotti a livello centrale. Il Progetto LS ha anche elaborato un sistema di documentazione e di monitoraggio delle attività, che potrebbe essere opportunamente riveduto ed essere condiviso con M@t.abel. Peraltro il Piano M@t.abel ha sviluppato materiali e relazioni sul territorio nazionale, che potrebbero essere utili per estendere l'adesione a PLS da parte di altre scuole e insegnanti, e anche il modello di formazione a distanza e il sistema di *e-learning* di M@t.abel potrebbero essere utili. Infine i materiali di M@t.abel, con piccoli adattamenti, sarebbero utilizzabili anche nel triennio delle scuole superiori, almeno per realizzare adeguatamente il recupero, che è un'azione rilevante e necessaria. Insomma, in ciascun Istituto scolastico secondario di secondo grado sarebbe naturale avere gruppi di ricerca-azione-innovazione didattica, e una connessa azione di formazione degli insegnanti, sul tema della didattica laboratoriale e sul curriculum, nei quali dovrebbero convivere le idee e le azioni di M@t.abel e di PLS. Questa integrazione territoriale dei progetti sarebbe molto importante anche per sviluppare la continuità fra il primo e il secondo ciclo di istruzione e dovrebbe essere incentivata attraverso opportune forme di coordinamento e di cofinanziamento, sia a livello regionale, sia a livello ministeriale, utilizzando tutte le iniziative in corso, fra cui, per esempio, l'ampliamento dell'offerta formativa «scuole aperte», le azioni di accompagnamento delle indicazioni per il curriculum, l'attuazione della Legge 1/07.

Si vuole infine rimarcare che il Progetto LS-OFI-Matematica, come anche il Piano M@t.abel, si sono potuti realizzare in un così breve arco di tempo, solamente grazie al fatto che sul territorio nazionale, nell'università e soprattutto nella scuola, sono presenti competenze e risorse umane che è stato possibile mobilitare. Senza queste persone non si sarebbe fatto nulla. E nelle aree del Paese dove si trova una quantità minore di queste risorse il Progetto

In ciascun Istituto scolastico secondario di secondo grado sarebbe naturale avere gruppi di ricerca-azione-innovazione didattica, e una connessa azione di formazione degli insegnanti, sul tema della didattica laboratoriale e sul curriculum

6. http://www.pubblica.istruzione.it/docenti/allegati/apprendimenti_base_matematica.pdf

7. <http://www.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/iss.shtml>

ha dovuto faticare molto di più e ha portato a risultati inferiori. Produrre persone competenti è quindi stato e deve essere tuttora un obiettivo primario di ogni azione per lo sviluppo della scuola, e in particolare dell'apprendimento della matematica. Occorre essere particolarmente grati alle iniziative di ricerca didattica matematica e di formazione degli insegnanti che sono state sviluppate nei decenni trascorsi e che sono state brevemente citate all'inizio. Occorre anche mantenere oggi e in futuro una chiara consapevolezza di questa necessità e agire di conseguenza in tutte le sedi e con tutti gli strumenti disponibili.

2 • ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO PLS-OFI-MATEMATICA. PROGETTI LOCALI E COORDINAMENTO NAZIONALE

Il Progetto «Lauree Scientifiche»-Orientamento e Formazione Insegnanti-Matematica si articola organizzativamente in *33 sottoprogetti locali territoriali* e in un *sottoprogetto trasversale-nazionale*. Ciascuno dei progetti locali è appoggiato presso una Facoltà di Scienze in cui è attivo un Corso di Laurea in Matematica. Il progetto trasversale-nazionale è appoggiato presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Trento e compare nelle tabelle come «Trento trasversale». Maggiori informazioni e in particolare i nomi dei referenti locali si trovano nel sito del progetto nazionale di orientamento e formazione insegnanti di area matematica: <http://laurescientifiche.science.unitn.it/>.

Il Progetto
«Lauree
Scientifiche»-
Orientamento
e Formazione
Insegnanti-
Matematica
si articola
organizzativa-
mente in 33
sottoprogetti
locali
territoriali
e in un
sottoprogetto
trasversale-
nazionale

I **progetti locali** organizzano le attività sul territorio in collaborazione con gli Istituti scolastici. La maggior parte di queste sono «laboratori», ossia attività che comportano il coinvolgimento attivo degli studenti della scuola secondaria – attraverso la soluzione di problemi, il ricorso sistematico all'esperienza, il lavoro di gruppo e la discussione – intorno a temi significativi della matematica, in collegamento con l'esperienza quotidiana, con la ricerca scientifica e con il mondo del lavoro. I «laboratori» hanno obiettivi e caratteristiche metodologiche comuni, per le quali si rimanda al precedente intervento «I progetti di orientamento e di formazione degli insegnanti», ma la loro specifica organizzazione è determinata dai progetti locali, a seconda delle specifiche situazioni. Altre attività realizzate dai progetti locali sono: corsi di perfezionamento per insegnanti; giochi e gare; conferenze; visite e stage presso l'università, ecc. Una più completa descrizione delle attività svolte dai progetti locali si trova nel Paragrafo 3 successivo.

Il **sottoprogetto trasversale-nazionale** ha realizzato due azioni trasversali e il coordinamento nazionale di tutti i progetti locali. Inoltre ha collaborato alla realizzazione dell'indagine sui *mestieri dei matematici*, realizzata presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova, per la quale si rimanda al sito <http://mestieri.dima.unige.it/>.

Le azioni trasversali sono:

- «*Materiali e strumenti per la comunicazione informale*»: intesa a realizzare, sperimentare e diffondere minimostre e minilaboratori nelle scuole, in particolare, nelle regioni del Centro e del Sud, in cui questo tipo di risorse è meno presente;
- «*Autovalutazione e verifiche*»: per la messa a punto di un quadro di riferimento delle conoscenze e competenze matematiche richieste per l'ingresso all'università, insieme a opportune prove di autovalutazione e verifica.

L'**azione di coordinamento nazionale** è stata intesa a mantenere coeso il progetto, favorire lo sviluppo delle azioni delle diverse unità operative territoriali verso gli obiettivi comuni, favorire lo stabilirsi di rapporti di collaborazione con associazioni scientifiche e di insegnanti, con particolare riferimento all'Unione Matematica Italiana, con il Piano M@t.abel, con il gruppo per la diffusione della cultura scientifica e tecnologica presieduto da Luigi Berlinguer. Obiettivi del coordinamento sono stati più precisamente:

- la messa a punto e la presentazione del progetto nazionale entro il 30 giugno 2005;
- il supporto tecnico ai progetti locali;
- la messa a punto del sistema informativo di monitoraggio e dei formati dei report;
- la redazione di report periodici;
- la scrittura di documenti e articoli su periodici specializzati;
- la preparazione di conferenze e relazioni a convegni;
- la realizzazione di un sito web del Progetto nazionale OFI-Mat, per la comunicazione interna ed esterna del Progetto, e per l'archiviazione storica delle attività e dei risultati;
- la promozione di incontri nazionali e macroregionali per l'analisi dei problemi relativi alla realizzazione del Progetto e per il monitoraggio dei risultati;
- la supervisione delle azioni trasversali;
- il coordinamento con gli altri progetti nazionali nell'ambito del Progetto «Lauree Scientifiche»;
- la pubblicazione di materiali e prodotti dei progetti;
- l'autovalutazione del Progetto nazionale.

3 • I PROGETTI LOCALI E LE ATTIVITÀ. PAROLE CHIAVE. TEMI E GRUPPI DI LAVORO NAZIONALI

I progetti locali sono distribuiti in quasi tutte le Regioni e precisamente nelle sedi universitarie indicate nella Tabella 2.1 – Matematica, dove si trova un

L'azione di coordinamento nazionale è stata intesa a mantenere coeso il progetto, favorire lo sviluppo delle azioni delle diverse unità operative territoriali verso gli obiettivi comuni, favorire lo stabilirsi di rapporti di collaborazione

quadro complessivo di dati per ciascun progetto: per ogni sede è indicato il numero di Istituti Scolastici, Associazioni Industriali, Altri Enti, Personale Universitario, Personale Scolastico e altro personale coinvolti nelle attività realizzate dalla sede.

Complessivamente in tutto il territorio nazionale sono stati coinvolti 596 istituti scolastici, circa 36.000 studenti e circa 2.450 insegnanti (nella Tabella 3.1 – Matematica questi numeri si trovano ripartiti per sede).

Informazioni più dettagliate sui progetti locali si trovano all'indirizzo web http://www.requs.it/lauree_scientifiche/report_public.asp dove è possibile scaricare una **sintesi delle attività** realizzate in ciascuna sede. Nella sintesi si trovano:

- il nome e i recapiti del referente del progetto locale;
- l'indirizzo del sito web, quando esiste;
- l'elenco degli Istituti scolastici che hanno partecipato, i loro recapiti e il referente di Istituto;
- l'elenco delle attività svolte e una descrizione essenziale di ciascuna di esse.

Tale descrizione comprende in particolare:

- l'indicazione del referente per l'attività;
- il numero di studenti e docenti che hanno partecipato;
- gli istituti scolastici e gli enti coinvolti;
- la metodologia, i contenuti, gli obiettivi, gli strumenti utilizzati, l'impegno medio richiesto a ogni studente, eventuali osservazioni;
- lo specifico sito web dell'attività, se esiste, e l'elenco dei prodotti;
- alcune parole chiave.

Le parole chiave permettono di effettuare una ricerca delle attività per «parola» tra tutti i progetti locali

Le **parole chiave** permettono di effettuare una ricerca delle attività per «parola» tra tutti i progetti locali. All'indirizzo web <http://www.requs.it/homepage.asp> è scaricabile l'elenco delle parole chiave dichiarate nelle singole sintesi e il numero delle loro occorrenze. Cliccando su una delle parole chiave in questo elenco, il browser si collega con una pagina nella quale viene visualizzato l'elenco dei progetti e delle specifiche attività che hanno utilizzato quella parola chiave. Questo è un utile strumento per individuare le sedi che hanno sviluppato uno stesso tema, per esempio «probabilità» oppure «giochi» o «crittografia», ecc.

I temi dei laboratori sono stati scelti in modo autonomo dalle sedi locali e dai partecipanti. Molte delle attività sviluppate hanno generato prodotti (CD, libri, siti web), in alcuni casi già disponibili, in altri in via di realizzazione.

Il coordinamento nazionale, attraverso specifici incarichi, consultazioni telematiche e convegni, ha individuato alcuni temi di particolare significato e interesse, che sono stati affrontati in diverse attività di diverse sedi, e ha organizzato per ciascuno di questi temi un gruppo di lavoro. Attualmente sono costituiti 8 gruppi:

- Crittografia (Coordinatore: Andrea Caranti – Trento);
- Giochi e gare (Coordinatore: Alfredo Marzocchi – Brescia);
- Matematica e Arte (Coordinatore: Franco Ghione – Roma Tor Vergata);
- Porsi problemi, congetturare, definire, dimostrare... (Coordinatore: Rosetta Zan – Pisa);
- Probabilità e statistica (Coordinatore: Stefano Bonaccorsi – Trento);
- Teoria dei Giochi (Coordinatore: Fioravante Patrone – Genova);
- Teoria dei Gruppi (Coordinatore: Giorgio Ferrarese – Torino);
- Minimostre (Coordinatore: Cristina Turrini – Milano).

Ogni gruppo, dopo un primo confronto sulle esperienze e sui prodotti realizzati nelle singole sedi, ha iniziato a lavorare per produrre una sintesi commentata sul proprio tema, prendendo in esame sia contenuti disciplinari e multidisciplinari, sia aspetti metodologici e riflessioni su quanto è accaduto nelle attività svolte e sugli aspetti più riusciti e stimolanti del progetto, in particolare sulle situazioni in cui le attività hanno influenzato i contenuti curricolari e le modalità di lavoro degli studenti e degli insegnanti.

4 • PROBLEMI E DIFFICOLTÀ NELLA REALIZZAZIONE DEI LABORATORI

Il progetto ha sicuramente raggiunto almeno una parte degli obiettivi posti e ha avuto successo presso insegnanti e studenti coinvolti, come si può dedurre dall'analisi dei questionari somministrati di cui si parla nel seguente paragrafo. Comunicazioni più o meno informali rivelano entusiasmo anche da parte della componente universitaria. Il successo però è stato accompagnato anche da difficoltà e aspetti problematici che si sono riscontrati con una certa frequenza, dei quali si vuole qui dare una sintetica rassegna: difficoltà di relazione tra persone coinvolte, difficoltà di interazione paritaria tra insegnanti di scuola e docenti universitari, difficoltà logistiche e organizzative, elevato numero di altri impegni pomeridiani di studenti e docenti, periodo dell'anno scelto per l'attività, modalità di coinvolgimento degli Istituti scolastici, difficoltà di coinvolgimento di un numero elevato di docenti universitari.

Una delle caratteristiche più importanti dei laboratori è stata la loro coprogettazione e poi la loro realizzazione da parte dei docenti universitari insieme ai docenti della scuola. Questo ha richiesto una collaborazione tra persone generalmente non abituate a parlare fra di loro, con competenze, abitudini di lavoro e motivazioni diverse, con diversi punti di vista ed esperienze sulla metodologia del laboratorio. Comprensibilmente, si sono quindi avute, in taluni casi, difficoltà di interazione e di comunicazione, ma in molti casi, soprattutto dove spontaneamente si è avuta da subito una buona affinità e una buona capacità di relazione interpersonale, è stato più facile ottenere gli obiettivi posti.

Una delle caratteristiche più importanti dei laboratori è stata la loro coprogettazione e poi la loro realizzazione da parte dei docenti universitari insieme ai docenti della scuola

L'obiettivo di avere un coinvolgimento paritario degli insegnanti di scuola e dei docenti universitari è stato raggiunto solo parzialmente, soprattutto nel primo anno di progetto. A volte ciò è stato determinato dal fatto che su un certo argomento gli insegnanti si sentissero (magari erroneamente) non sufficientemente preparati e poco sicuri. Questo è accaduto per esempio per la probabilità o per la crittografia, temi che spesso non sono stati incontrati dagli insegnanti nel corso dei loro studi universitari. Tale problema in alcune sedi è stato risolto con la realizzazione di attività formative rivolte agli insegnanti e mirate a fornire loro un repertorio di conoscenze tali da farli sentire «adeguati».

In qualche caso gli insegnanti sono stati passivi e poco collaborativi anche durante la fase di realizzazione. Si ritiene che tale atteggiamento abbia diverse possibili cause: il sentirsi complessivamente inadeguati rispetto alle attività proposte; l'essere stati spinti a partecipare dai dirigenti scolastici, senza un proprio effettivo interesse; il sentirsi intimiditi dalla presenza dei docenti universitari. In moltissime situazioni nel secondo anno di progetto i ruoli si sono però invertiti e gli insegnanti sono diventati protagonisti attivi nella gestione dei laboratori.

Attualmente si hanno molte situazioni nelle quali gli insegnanti nelle scuole spingono perché vorrebbero poter sviluppare ulteriormente i laboratori, anche con interventi limitati degli universitari.

In diversi casi sono stati i rapporti istituzionali, tra l'Università e gli Istituti scolastici, a non funzionare al meglio. Alcuni dirigenti scolastici non hanno agevolato la partecipazione di insegnanti e studenti alle attività del progetto, per esempio non facendo arrivare tempestivamente comunicazioni e messaggi ai destinatari, oppure non agevolando l'organizzazione e gli orari. Le difficoltà logistiche e organizzative sono state forse le più diffuse. Coordinare un calendario per la progettazione e la realizzazione dei laboratori è stato complicato. Gli studenti hanno generalmente molte attività pomeridiane, quindi per i laboratori extracurricolari non sempre è stato semplice trovare delle date e degli orari per loro adeguati, e a volte la loro presenza non è stata costante. Proprio per questo motivo qualcuno sostiene che sia preferibile realizzare attività rivolte a classi intere in orario curricolare. Sono state organizzate anche attività curricolari per studenti di classi diverse, ma in alcuni di questi casi qualche docente non ha permesso ai ragazzi di allontanarsi dall'aula per partecipare ai laboratori. Tra le attività proposte ci sono state anche delle conferenze, ma è stato difficile far partecipare solamente studenti interessati data la resistenza opposta dagli istituti a estrarre dalle classi pochi studenti.

Sul preferire attività curricolari o extracurricolari ci sono pareri contrastanti: svolgere laboratori curricolari permette a studenti che probabilmente non deciderebbero di partecipare a un'attività di questo tipo di scoprire che anche la matematica ha aspetti piacevoli e interessanti; d'altra parte, svolgere attività ex-

Le difficoltà logistiche e organizzative sono state forse le più diffuse. Coordinare un calendario per la progettazione e la realizzazione dei laboratori è stato complicato

tracurricolare permette di lavorare con ragazzi più specificamente motivati e interessati. In diversi casi sono state proposte e realizzate attività, sia curricolari, sia extracurricolari, presso le sedi universitarie e lo spostamento degli studenti dagli Istituti scolastici alle Facoltà ha creato talvolta problemi.

Il periodo in cui sono state organizzate le attività per gli studenti ha creato qualche difficoltà. Nel primo anno, prima di poter avviare i laboratori è stato necessario mettere a punto diversi aspetti organizzativi e finanziari, definire i rapporti tra Università e Scuole, progettare i laboratori. In molti casi quindi le attività con i ragazzi non sono iniziate prima di febbraio 2006. Per gli studenti delle classi quinte partecipare dopo il mese di febbraio a corsi extracurricolari di circa 20 ore è molto difficile, a causa della vicinanza all'esame di stato. Inoltre in molti Istituti scolastici in quel periodo si organizzano i viaggi di istruzione e altre attività che rendono comunque difficile la partecipazione anche degli studenti di tutte le classi. In alcuni casi, invece, per esempio per attività curricolari (ma non solo) svolgere i laboratori a partire da gennaio-febbraio è risultata una scelta ottimale. Tutto, ovviamente, dipende dall'organizzazione dell'Istituto scolastico e della classe. D'altra parte il coordinamento nazionale ha lasciato la massima libertà alle sedi di adottare le soluzioni organizzative ritenute più idonee, tenuto conto delle esigenze e delle risorse locali.

In molte sedi locali individuare gli insegnanti e le Scuole con cui collaborare per la realizzazione del progetto non è stato facile. In diversi casi si è deciso di contattare gli insegnanti con i quali l'Università aveva rapporti già avviati per altre attività. In altri casi si sono contattati gli Istituti con una collaborazione tra Università eUSR, anche se talvolta, alla fine, si sono mostrati interessati solamente quelli che avevano contatti precedenti con la sede universitaria. Infine, presso alcune Regioni, per esempio il Lazio, per dare ampia opportunità di accesso a Istituti scolastici e insegnanti anche situati in periferia e poco conosciuti, si è fatta una selezione tramite un bando di concorso regionale.

Il coinvolgimento dei docenti universitari non sempre è stato semplice. In alcune occasioni il numero dei docenti universitari coinvolti è stato limitato e questo non ha agevolato la realizzazione dei laboratori e una loro ampia diffusione. In molti casi per i docenti universitari che hanno partecipato alle attività, il progetto è stato il primo contatto istituzionale con il mondo della Scuola. Tale inesperienza ha creato qualche difficoltà, dovuta alla mancata conoscenza della realtà scolastica, ma è stato molto importante che sia avvenuto questo contatto e gran parte di questi docenti universitari hanno mostrato entusiasmo per l'esperienza fatta. In diversi casi sono stati coinvolti anche docenti di grandissima esperienza e specializzati proprio in didattica della matematica. In molti dipartimenti questo ha creato un collegamento nuovo, prima assente, fra i matematici esperti in didattica e gli altri matematici.

È stata utile anche la collaborazione ai laboratori di tirocinanti SSIS, ma purtroppo questa è stata spesso discontinua e disomogenea.

Il coinvolgimento dei docenti universitari non sempre è stato semplice. In alcune occasioni il numero dei docenti universitari coinvolti è stato limitato e questo non ha agevolato la realizzazione dei laboratori e una loro ampia diffusione

Malgrado le numerose difficoltà sopra riscontrate, spesso risolte durante lo svolgimento del progetto, la risposta di docenti e studenti è stata molto positiva, come si può leggere nella sezione seguente, e spesso ha compensato gli aspetti negativi.

5 • OSSERVAZIONI E VALUTAZIONI DI STUDENTI E INSEGNANTI SULLE ATTIVITÀ DEI PROGETTI LOCALI

Agli insegnanti e agli studenti coinvolti nelle attività è stato somministrato un questionario, anonimo per i secondi, al fine di avere un loro *feedback* in relazione alle attività svolte.

I risultati dei questionari sono riportati nelle Tabelle 3.3 – Matematica, 3.4 – Matematica, MAT 1 e MAT 2. Come si può leggere nella Tabella 3.3, la maggioranza degli studenti risulta soddisfatta delle attività: il 90% afferma che valeva la pena di partecipare e il 38% risponde «Decisamente sì», mentre il 49% risponde «Più sì che no» alla domanda: «Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?». Vogliamo anche sottolineare le risposte alla domanda «Vorresti che nell'insegnamento della matematica si desse maggiore attenzione a...» (Tabella MAT 1). A questa domanda la maggioranza degli studenti risponde «...all'aspetto sperimentale e pratico»; sembra quindi esserci notevole consenso per l'approccio scelto dal progetto. Si deve peraltro osservare anche che molti studenti rispondono «Decisamente no» o «Più no che sì» alla domanda «Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?», e questo richiede certamente una riflessione.

Per quanto riguarda gli insegnanti, circa l'84% ritiene molto positiva la collaborazione con i docenti universitari, ma una percentuale inferiore (circa il 40%) ritiene di aver effettivamente contribuito alla progettazione delle attività. Purtroppo il modo in cui sono poste le domande non consente di chiarire se il mancato contributo sia dovuto ad altri impegni o a qualche impossibilità dovuta all'organizzazione. D'altra parte, una percentuale più alta dichiara di aver partecipato attivamente alla realizzazione delle attività (79%). In ogni caso, la grande maggioranza degli insegnanti (circa il 92%) ritiene di aver avuto spunti didattici utili relativi ai contenuti o alle metodologie didattiche e quasi il 100% dà un parere positivo sull'attività svolta. Osserviamo anche che il 64% degli insegnanti risponde «Decisamente sì», mentre il 26% risponde «Più sì che no», alla domanda «Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?». Infine, più del 90% degli insegnanti ritiene che le attività proposte siano state interessanti per gli studenti e che siano state utili per aumentare la comprensione della matematica.

Per quanto riguarda gli insegnanti, circa l'84% ritiene molto positiva la collaborazione con i docenti universitari, ma una percentuale inferiore (circa il 40%) ritiene di aver effettivamente contribuito alla progettazione delle attività

6 • L'AZIONE TRASVERSALE «MATERIALI E STRUMENTI PER LA COMUNICAZIONE INFORMALE»

L'azione trasversale «*Materiali e strumenti per la comunicazione informale*»⁸ ha prodotto e diffuso minimostre e minilaboratori nelle scuole, in particolare nelle Regioni del Centro e del Sud e nelle Isole.

La comunicazione della matematica attraverso materiali interattivi ed *exhibit*, tipiche dei centri e dei musei della scienza, consente un approccio intuitivo immediato alla matematica, in un contesto che stimola l'inventiva, la fantasia e la partecipazione attiva e che non crea ansia. Si è visto che queste modalità possono essere particolarmente efficaci e utili per associare la matematica a stati emotivi gratificanti, nonché per rimuovere atteggiamenti profondi di sfiducia e diffidenza o addirittura di paura. Ugualmente o forse anche più importante è poi il fatto che l'attività informale dei ragazzi con oggetti ricchi di potenzialità e di significati matematici, se viene condotta con adeguata attenzione anche all'aspetto didattico e della costruzione dei concetti, porta ad apprendimenti efficaci e permanenti. Questo tipo di materiali è già abbastanza diffuso in alcune aree, in particolare intorno ai Centri specializzati e ai laboratori didattici di alcuni Dipartimenti di Matematica. Queste aree sono concentrate nelle Regioni del Nord, a Roma e a Napoli e il presente progetto si è posto l'obiettivo di favorirne una diffusione anche nel resto del territorio nazionale.

Per perseguire gli obiettivi indicati si è stabilita una collaborazione con i tre Centri italiani già attivi specializzati nella comunicazione della Matematica: «Il Giardino di Archimede. Un museo per la matematica» (Firenze), il «Centro Matematita» (Milano, Trento) e l'«Associazione delle Macchine Matematiche» (Modena). A questi Enti si è dato un finanziamento per progettare e realizzare specifici prodotti e per ospitare alcuni insegnanti in stage.

Il *Giardino di Archimede* ha realizzato due copie della mostra «*Piccola storia del Calcolo infinitesimale*»⁹ che sono state esposte in Atenei e Istituti Scolastici di Marche, Abruzzo, Sardegna. La mostra è corredata da un libro scritto dal prof. Enrico Giusti, direttore del «Giardino di Archimede».

Il *Centro Matematita* ha progettato e sviluppato sei valigette per la realizzazione di minilaboratori sui temi «Problemi di massimo e minimo», «Geometria sferica», «Grafici e superfici». I kit sono stati utilizzati nelle province di Bari, Cagliari, Cosenza, Lecce, Messina e negli Istituti Italiani in Istria, a Pola.

L'*Associazione delle Macchine Matematiche* ha prodotto la mini-mostra «Geometria a tu per tu» (articolata nelle tre sezioni: Trasformazioni, Curvigrafici, Prospettiva) che è stata utilizzata in Sicilia e nella provincia di Reggio Calabria.

L'attività informale dei ragazzi con oggetti ricchi di potenzialità e di significati matematici, se viene condotta con adeguata attenzione anche all'aspetto didattico e della costruzione dei concetti, porta ad apprendimenti efficaci e permanenti

8. <http://laureescientifiche.science.unitn.it/>, pagina «minimostre».

9. http://web.math.unifi.it/archimede/archimede/mini_calcolo/primapagina.php

Ognuno dei tre Enti ha offerto uno stage ad alcuni insegnanti, indicati dalle sedi dei progetti locali che avrebbero ospitato le minimostre, per il montaggio e la fruizione dei materiali. I docenti hanno successivamente formato altri insegnanti presso le sedi ospitanti i minilaboratori.

Fra gli obiettivi del progetto c'era anche un'indagine sull'utilizzo dei minilaboratori e delle mostre nelle scuole, ma non si è riusciti a realizzarla fino a questo momento. Si hanno tuttavia informazioni sulla percezione di studenti e insegnanti, che derivano principalmente da comunicazioni informali. In generale sembra che i materiali abbiano avuto molto successo. Nella provincia di Messina e di Reggio Calabria, per esempio, la mostra «Geometria a tu per tu» ha destato particolare interesse e alcuni docenti (soprattutto di istituti tecnici industriali) hanno espresso l'intenzione di far riprodurre ai ragazzi alcuni dei modelli esposti, stimolando così un'attività di laboratorio. Enorme successo è stato rilevato anche a Pola, in Istria. Gli studenti si sono mostrati interessati, incuriositi, motivati. Ecco alcune osservazioni di un insegnante sull'atteggiamento dei suoi studenti, che riportiamo testualmente: «Ascoltavano, prevedevano, sbagliavano», «Era bello e interessante come fanno matematica in un altro modo. Accettano tutti (non solo il 10% come per le altre ore) e lavorano tutti!», «Come accettano! Proprio vogliono fare in modo più pratico dove loro sono veri matematici!».

Alcune sedi hanno chiesto di poter acquistare le minimostre e i minilaboratori. Si pongono a questo punto alcune questioni:

Si pongono a questo punto alcune questioni:
1. come mantenere e gestire i materiali prodotti?
2. come favorire un ulteriore sviluppo di questa iniziativa?

1. come mantenere e gestire i materiali prodotti?
2. come favorire un ulteriore sviluppo di questa iniziativa?

Per quanto riguarda la prima questione, è allo studio l'ipotesi di realizzare in Sicilia e in Sardegna due centri di documentazione e diffusione di materiali per la comunicazione e la didattica della matematica, con una collaborazione fra Università, Ufficio Scolastico Regionale e Istituti scolastici.

Per la seconda questione occorrerebbe impostare un progetto inteso a:

- svolgere l'indagine sull'uso dei materiali;
- perfezionare i materiali stessi e corredarli di maggiori note e strumenti per studenti e insegnanti;
- ingegnerizzare i prototipi per:
 - una produzione in serie di pacchetti di elevata qualità a costo accessibile;
 - la fornitura di istruzioni per la produzione autonoma da parte delle scuole di materiali in versione «povera».

Tutto quanto sempre con le modalità di lavoro collaborativo fra Istituti scolastici e Università, il coinvolgimento di studenti e la formazione degli insegnanti nella ricerca-azione-innovazione.

Per un tale progetto occorrerebbe un finanziamento ministeriale e poi si potrebbero trovare cofinanziamenti locali, anche da Fondazioni e altri Enti.

7 • LAZIONE TRASVERSALE «AUTOVALUTAZIONE E VERIFICHE»

La preparazione degli studenti che entrano nei Corsi di Laurea è un fattore determinante per il loro successo negli studi universitari. Tale preparazione comprende specifiche conoscenze e abilità, nonché capacità strategiche, di autovalutazione, di relazione, che devono essere utilizzate nei contesti di apprendimento. Per molti Corsi di Laurea le conoscenze matematiche e la capacità di usare effettivamente tali conoscenze nei contesti sono di importanza fondamentale, come è stato mostrato da diverse ricerche. Ci riferiamo a questo insieme di conoscenze e capacità come alla *literacy* matematica per l'Università, mutuando dal quadro di riferimento OCSE-PISA il termine «*literacy*», che sta a indicare una «alfabetizzazione», ma a un livello cognitivo abbastanza elevato e collegata a un insieme di competenze complesse.

Si ha quindi il problema di «definire» e di misurare la *literacy* matematica per l'Università, e di fondare poi su questa conoscenza decisioni opportune, da parte di molti diversi soggetti nelle Università e nelle Scuole, intese a migliorare la preparazione degli studenti.

Diverse indagini internazionali indicano che in generale la cultura e in particolare le conoscenze matematiche della popolazione italiana sono inadeguate alle diverse necessità e a un livello inferiore rispetto a quasi tutti i Paesi sviluppati. Tali indagini indicano notevoli differenze fra aree geografiche e tipologie di scuola¹⁰, e si ripropone una grossa «questione meridionale» dell'istruzione. Purtroppo non sembra siano disponibili dati nazionali ulteriori raccolti con criteri che li rendano effettivamente utili per conoscere la conoscenza matematica degli italiani.

Per le conoscenze matematiche all'ingresso dei Corsi di Laurea non sono disponibili indagini internazionali. Vengono però da molti anni somministrati test di ingresso, da singoli corsi di studio, talvolta coordinati a livello di Facoltà o fra più Corsi di Laurea dello stesso tipo a livello nazionale. Questi test hanno in generale i seguenti difetti:

- manca una adeguata attenzione alle conoscenze e abilità che si vuole misurare, quindi si rischia di dare segnali sbagliati alla Scuola; inoltre manca un quadro di riferimento che consenta una comparazione con gli obiettivi di apprendimento per la scuola superiore italiana e gli analoghi obiettivi in altri Paesi;

Si ha il problema di «definire» e di misurare la *literacy* matematica per l'Università, e di fondare poi su questa conoscenza decisioni opportune intese a migliorare la preparazione degli studenti

10. <http://www.invalsi.it/invalsi/ric.php?page=tutteRI>

- manca una adeguata attenzione alla formulazione delle domande;
- manca una adeguata attenzione alla validazione statistica interna del test;
- non è possibile comparare le abilità di studenti che sostengono test diversi, ma questo è assolutamente necessario se si vuole conoscere la *literacy* matematica della popolazione degli studenti che entrano all'università nella sua evoluzione storica.

Infine, importantissimo, manca spesso la consapevolezza e quasi sempre mancano le azioni di collegamento fra Università e Scuola per far sì che le conoscenze degli studenti siano migliori, a cominciare dalle opportunità che si danno agli studenti di valutare la propria preparazione, in particolare in matematica, in relazione agli studi universitari di tipo scientifico e tecnologico e alle richieste delle imprese.

In questo quadro di problemi, l'azione trasversale «Autovalutazione e verifiche» si è posta l'obiettivo di mettere a punto un quadro di riferimento delle conoscenze matematiche e delle competenze trasversali e strategiche richieste dall'Università e dal mondo del Lavoro, nonché un adeguato strumento di misura (test di ingresso) di tali conoscenze e competenze. Al mese di ottobre 2007 si sono realizzate le azioni seguenti:

- una somministrazione sperimentale nelle scuole del Lazio, Piemonte, Trentino in primavera 2006, per più di 1000 studenti;
- una somministrazione per circa 5000 matricole in diversi atenei nel settembre 2006, sulla quale è stata fatta un'analisi delle abilità degli studenti e delle difficoltà degli item col modello di Rasch; sono state ottenute circa 90 domande calibrate;
- una somministrazione di un test calibrato per studenti delle scuole in Lazio, Lombardia, Trentino, nella primavera 2007;
- una somministrazione di un test a circa 3000 matricole nel mese di settembre 2007, in collaborazione con il CISIA (Facoltà di Ingegneria e Architettura), i cui risultati, in corso di elaborazione, consentiranno di confrontare le scale di punteggio dell'azione trasversale con quelle del test nazionale delle Facoltà di Ingegneria.

Sono in corso contatti intesi a coordinare l'azione trasversale con il test delle Facoltà di Ingegneria, nonché con i test dell'INVALSI.

L'azione trasversale «Autovalutazione e verifiche» si è posta l'obiettivo di mettere a punto un quadro di riferimento delle conoscenze matematiche e delle competenze trasversali e strategiche richieste dall'Università e dal mondo del Lavoro

8 • ANALISI DI CASI: DUE ESEMPI DI LABORATORIO DI MATEMATICA

a) «MATEMATICA E STATISTICA dai dati ai modelli alle scelte: rappresentazione, interpretazione e previsione»
http://www.dima.unige.it/~rogantin/ls_stat

Il laboratorio è stato realizzato nell'ambito del progetto locale dell'Università di Genova (<http://pls.dima.unige.it/>), che ha come referente generale la prof.ssa Maria Evelina Rossi.

Il laboratorio, di durata biennale, ha avuto come referenti la prof.ssa Emanuela Sasso (per il 1° anno) e la prof.ssa Maria Piera Rogantin (per il 2° anno).

Istituti scolastici coinvolti

	I anno	II anno
Liceo Scientifico «Giordano Bruno» – Albenga (SV)	Sì	Sì
Liceo Scientifico «Issel» – Finale Ligure (SV)	Sì	Sì
Istituto Tecnico «Vittorio Emanuele II-Ruffini» – Genova	–	Sì
Istituto Tecnico «Ruffini» – Imperia	–	Sì

Numero Istituti, studenti e docenti coinvolti nel laboratorio

	Istituti	Studenti	Docenti Scuola	Docenti Università
2005-06	2	105	5	2
2006-07	4	158	6	2
nei due anni	4	230	9	2

Durata e collocazione temporale

Il laboratorio ha avuto una durata biennale.

Le attività sono state svolte nel corso di gran parte dell'anno scolastico, per una durata di 20-30 ore in ciascun anno, e si sono tenute quasi completamente in orario curriculare. In una delle scuole è stato attivato un laboratorio pomeridiano, al quale hanno partecipato studenti di classi diverse, dalla prima alla quinta superiore.

Alcuni Istituti scolastici hanno aderito al progetto sin dal primo anno, mentre altri sono stati coinvolti solamente nel secondo. Per questi ultimi è stato predisposto un percorso didattico «breve» introduttivo sulle parti salienti della statistica descrittiva che erano necessarie come prerequisiti per svolgere le attività del secondo anno.

Le attività sono state svolte nel corso di gran parte dell'anno scolastico, per una durata di 20-30 ore in ciascun anno, e si sono tenute quasi completamente in orario curriculare

Risultati attesi e valutazione degli apprendimenti

I risultati attesi per gli studenti erano:

- acquisire consapevolezza delle difficoltà insite nell'interpretazione di indagini campionarie;
- avere strumenti per svolgere il ruolo di cittadino, consapevolmente attivo e non passivo negli ambiti della comunicazione; in particolare: essere in grado di gestire le informazioni dei media rispetto ai prezzi al consumo, saper valutare l'attendibilità delle fonti;
- accrescere la capacità di riflessione con l'esercizio di abilità progettuali autonome, in particolare con attività di analisi di dati nel laboratorio informatico;
- acquisire conoscenze su argomenti di statistica e probabilità scarsamente presenti nella consuetudine della scuola superiore e/o trattati in modo slegato dalle applicazioni reali.

L'attività ha previsto una valutazione degli apprendimenti, realizzata mediante opportune verifiche che si trovano nel sito web del laboratorio. Per le classi quinte le conoscenze sviluppate sono state inserite nel programma per l'esame di Stato e sono state valutate in tale sede.

Temi e contenuti

Nel primo anno è stata trattata la parte relativa alla statistica descrittiva (laboratorio Matematica e Statistica); nel secondo anno si è approfondita la parte riguardante la statistica inferenziale e i prerequisiti probabilistici necessari (laboratorio Matematica e Statistica 2).

Più precisamente, nel primo anno si sono affrontati gli argomenti seguenti: rappresentazioni e sintesi di dati univariati e bivariati; correlazione e dipendenza lineare; riflessioni sulle cause dirette e indirette delle dipendenze e sulla presenza di fattori confondenti, cenni sull'analisi multivariata e aspetti salienti della *cluster analysis*. Motivazione e applicazione delle conoscenze è stata un'indagine statistica sulla condizione attuale di studio/lavoro dei diplomati del Liceo «G. Bruno» nel 2004.

Nel secondo anno si è affrontata la costruzione di semplici modelli statistico-probabilistici per descrivere e interpretare i dati riguardanti una parte della popolazione o del fenomeno oggetto di studio. Gli errori dovuti alla informazione parziale contenuta nel campione sono stati valutati in termini probabilistici. Lo studio della statistica inferenziale è stato ancorato a un tema di pressante attualità quale i consumi delle famiglie e i prezzi.

Una descrizione dettagliata delle attività svolte e del materiale prodotto è presente nel sito web: http://www.dima.unige.it/~rogantin/lis_stat.

Si riporta ora una descrizione più dettagliata dei temi considerati nel secondo anno, che sono coerenti con i curricula di Matematica degli Istituti coinvolti.

Nel primo anno è stata trattata la parte relativa alla statistica descrittiva; nel secondo anno si è approfondita la parte riguardante la statistica inferenziale e i prerequisiti probabilistici necessari

- Raccolta dati dei prezzi di 6 beni (benzina, gasolio, CD, noleggio DVD, olio, latte) in diversi punti di vendita e relative covariate.
- Analisi statistica descrittiva dei dati raccolti (anche ai fini di ripasso e/o introduzione degli argomenti di statistica descrittiva).
- Costruzione di un database: modellazione concettuale (modello E/R), documentazione del software, gestione in Access, linguaggi di interrogazione non procedurali.
- Alcune questioni relative alle variabili aleatorie necessarie per l'introduzione della statistica inferenziale.
- Dalle informazioni campionarie a estrapolazioni sul fenomeno a partire dalle esigenze di generalizzare la raccolta dei dati dei prezzi.
- Stimatori del valore atteso, della frequenza e della varianza; teorema del limite centrale; intervalli di confidenza per il valore atteso di una variabile aleatoria.
- Spesa mensile; il paniere ISTAT e i dati nazionali; differenze fra il calcolo dell'ISTAT e dell'Eurispes; modalità di rilevazione in sede locale.

In alcune attività gli studenti hanno usufruito di un software statistico (MINITAB), per l'utilizzo del quale sono stati assistiti da uno studente del corso di laurea in Statistica matematica e trattamento informatico dei dati (SMID) della classe 32 Scienze matematiche.

Metodologia

L'obiettivo di stimolare gli studenti a essere attivi e autonomi e quindi di realizzare un «laboratorio» è stato presente fin dalla progettazione. L'idea di insegnanti e docenti universitari di far partecipare attivamente i ragazzi in tutte le fasi delle attività è stata realizzata attraverso:

- la scelta di un tema conduttore che coinvolgesse direttamente i ragazzi: l'andamento dei prezzi al consumo (è stata effettuata una rilevazione dei prezzi di alcuni generi di consumo all'inizio dell'anno, in diverse situazioni – grande e piccola distribuzione, centro/periferia, marche differenti);
- la realizzazione di attività di laboratorio informatico per l'elaborazione dei dati, lo studio di alcune leggi di probabilità e la verifica di teoremi limite della probabilità;
- la discussione stimolata sia con domande aperte, sia con svolgimento di esercizi necessari prima di passare all'apprendimento successivo, e soprattutto con una costante attenzione a questo aspetto da parte degli insegnanti;
- il lavoro in piccoli gruppi collaborativi teso a consolidare, in particolare attraverso attività di *problem solving*, le nozioni introdotte;
- l'attività di indagine in un ufficio comunale che effettua le rilevazioni per conto dell'ISTAT (quest'ultimo punto è stato seguito da uno solo degli Istituti scolastici).

In alcune attività gli studenti hanno usufruito di un software statistico (MINITAB), per l'utilizzo del quale sono stati assistiti da uno studente del corso di laurea in Statistica matematica e trattamento informatico dei dati (SMID)

Si ritiene che l'obiettivo di stimolare gli studenti a essere attivi e autonomi sia stato raggiunto, anche se si pensa che la parte di laboratorio informatico, le domande aperte inserite nelle schede e l'attività di *problem solving* potrebbero essere maggiormente sviluppate.

Relazione tra docenti universitari e insegnanti delle scuole e progettazione delle attività

La progettazione e la realizzazione delle attività è stata fatta congiuntamente e (tendenzialmente) in modo paritario dai docenti universitari e dagli insegnanti di scuola superiore partecipanti al laboratorio; infatti si è svolta generalmente con le seguenti modalità:

- A. discussione iniziale collegiale fra i docenti partecipanti al laboratorio;
- B. per ciascuna attività da effettuare con gli studenti:
 1. discussione collegiale delle attività specifiche;
 2. preparazione del materiale (schede, generalmente) da parte degli universitari e loro inserimento su web;
 3. correzioni al materiale inserito su web da parte degli insegnanti via e-mail;
 4. approvazione e inserimento in rete di una stesura definitiva;
 5. svolgimento delle attività con i ragazzi;
 6. discussione collegiale dell'andamento in classe, in particolare delle difficoltà incontrate da studenti e insegnanti sperimentatori;
 7. approfondimenti di carattere teorico da parte degli universitari;
 8. scrittura da parte di ciascun insegnante dei risultati in classe e loro inserimento su web;
- C. alla fine dell'anno revisione del percorso e delle singole schede sulla base di quanto emerso nelle diverse classi. Compilazione di una scheda di verifica finale sui risultati ottenuti in ciascuna scuola (tutto inserito su sito web).

Vista la dislocazione geografica delle scuole, gran parte del lavoro e delle interazioni fra universitari e insegnanti e tra insegnanti stessi è stato svolto via Internet, ma questo non ha molto limitato le interazioni.

Commenti da parte degli insegnanti

a) sui risultati ottenuti

Nelle schede di valutazione del laboratorio compilate dagli insegnanti si trovano alcuni commenti sui risultati ottenuti con lo svolgimento dell'attività (per motivi di spazio se ne riportano soltanto due e per gli altri si rimanda al sito web):

- «I risultati in termini di valutazioni finali alle varie verifiche proposte (uguali per la seconda e la quarta), non sono però stati molto diversi fra loro. Questo fa riflettere sull'eccessivo timore che a volte gli insegnanti hanno nel-

Vista la dislocazione geografica delle scuole, gran parte del lavoro e delle interazioni fra universitari e insegnanti e tra insegnanti stessi è stato svolto via Internet

l'anticipare al biennio qualche argomento tradizionalmente trattato nel triennio. Forse, più dell'età, è importante la motivazione e l'interesse allo studio di determinati argomenti. [...] Le considerazioni conclusive sono molto, molto simili a quelle del precedente anno scolastico, con una valutazione di maggiore impatto del percorso sugli studenti (sia in termini numerici assoluti sia percentuali). Gli studenti che hanno seguito con costanza e serietà anche nel lavoro a casa hanno conseguito una conoscenza su argomenti di fondamentale importanza per l'esercizio di una cittadinanza informata, critica e consapevole [...].»

- «In una futura sperimentazione del materiale, ormai discusso, rivisto dal gruppo e adattato alle esigenze degli allievi, si ritiene opportuno trattare la parte teorica in modo proporzionato ai diversi livelli delle classi in particolare rispetto all'abitudine e alla capacità di astrazione. Forse converrebbe puntare sullo sviluppo del percorso concreto (costruzione di un proprio paniere, difficoltà incontrate, scopo della raccolta dati, confronto tra le risultanze del gruppo classe e le risultanze locali e/o nazionali, analisi delle critiche ai dati ISTAT...) per far scaturire gradualmente e parallelamente la necessità degli strumenti teorici».

b) sulla crescita professionale

Nelle attività gli insegnanti hanno trovato occasioni di crescita professionale significativa; infatti nelle loro relazioni finali si leggono i seguenti commenti:

- «Particolarmente innovativi sono stati gli incontri periodici tra i docenti universitari – responsabili del progetto – e i docenti secondari che l'hanno realizzato nelle classi. In un clima sereno e produttivo in questi incontri è stato svolto il lavoro preparatorio di discussione e commento delle schede e quello successivo sulle reazioni delle classi. Ne è risultato un materiale scientifico e didattico prezioso, meditato nei contenuti, controllato nell'esposizione e ricco di quesiti e spunti critici, che potrà essere utilizzato nelle classi future».
- «È stata un'esperienza molto utile che mi ha permesso anzitutto di ripassare e approfondire le mie (scarse) conoscenze di statistica. Inoltre ho potuto svolgere la normale pratica didattica sotto una veste più gradevole e stimolante anche per gli allievi che da un lato erano stimolati dalla collaborazione con un ordine di scuola superiore (parlo dell'università) e dall'altro erano interessati alle ricadute pratiche (leggi elaborazioni MINITAB o Excel)».
- «L'attività ha permesso di sperimentare la possibilità di innovare parzialmente il curriculum del corso, non tanto nei contenuti (già previsti dai programmi ministeriali per ragionieri programmatori del 1981) quanto nella metodologia di insegnamento interdisciplinare e laboratoriale (anch'essa prevista dal Progetto Mercurio del 1992, ma per molte ragioni di difficile applicazione).

**Nelle attività
gli insegnanti
hanno trovato
occasioni
di crescita
professionale
significativa**

L'innovazione è consistita nell'utilizzare tre ore settimanali di Laboratorio di matematica e Laboratorio di informatica gestionale, assistite da un insegnante tecnico pratico, per svolgere un'attività interdisciplinare nei contenuti scientifici e integrata nell'azione didattica. Gli argomenti sono stati scelti in modo coerente, perché necessari per il percorso progettato, e le modalità di apprendimento sono state adeguatamente diversificate per ogni attività. Il giudizio finale è particolarmente soddisfacente per il risultato ottenuto, confermato anche dai buoni colloqui sostenuti dagli studenti in sede di esame di Stato (in presenza di docenti esterni sia di matematica sia di informatica) e per il nostro convincimento personale di aver indirizzato l'insegnamento verso le esigenze, attualmente molto sentite, di rinnovamento dei contesti, dei contenuti e dei processi».

Costi

Il costo dell'attività nei due anni può essere stimato in circa 10.000 euro, così suddiviso:

- 8.400 euro per 11 contratti con insegnanti di ruolo di cui 6 progettisti ($900 \times 6 + 600 \times 5$);
- rimborsi spese di viaggio (Genova-Finale-Imperia);
- 2 contratti a personale non di ruolo (tot. 25 ore).

Il personale universitario è stato a costo zero.

b) «Congetturare, argomentare, dimostrare»

<http://estudium.unipg.it/laureescientifiche/>

Il laboratorio è stato realizzato nell'ambito del progetto locale dell'Università di Perugia, che ha come referente generale il prof. Giorgio Faina.

Il laboratorio, di durata biennale, ha avuto come referente la prof.ssa Anna Martellotti.

Istituti scolastici coinvolti

	I anno	II anno
Liceo Scientifico «Jacopone» – Todi (PG)	Sì	Sì
Liceo Scientifico «G. Galilei» – Terni	Sì	Sì
Liceo Scientifico «R. Donatelli» – Terni	Sì	Sì
Liceo Socio-Psico-Pedagogico «A. Pieralli» – Perugia	Sì	Sì
Liceo Scientifico «Principe di Napoli» – Assisi (PG)	Sì	Sì
Istituto Tecnico Commerciale «A. Capitini» – Perugia	–	Sì

Il giudizio finale è particolarmente soddisfacente per il risultato ottenuto, confermato anche dai buoni colloqui sostenuti dagli studenti in sede di esame di Stato

Numero Istituti, studenti e docenti coinvolti nel laboratorio

	Istituti	Studenti	Docenti Scuola	Docenti Università
2005-06	5	117	7	1
2006-07	6	157	9	1
nei due anni	6	202	10	1

Durata e collocazione temporale

Il laboratorio è stato realizzato in entrambi gli anni 2005-06 e 2006-07.

I laboratori, realizzati presso i diversi Istituti scolastici, hanno previsto un ciclo di sei o più incontri di due ore ciascuno, con frequenza più o meno quindicennale. Tutti gli Istituti scolastici, tranne uno, hanno partecipato al progetto in entrambi gli anni della sua realizzazione. La modalità di sviluppo del laboratorio nei due anni non è stata la stessa in tutti gli Istituti coinvolti. In alcuni casi le attività sono state curricolari, in altri extracurricolari. In alcuni Istituti sono stati coinvolti insegnanti e studenti diversi nei due anni. In altri Istituti gli stessi insegnanti, con gli stessi gruppi di studenti, hanno realizzato un laboratorio che si è sviluppato nei due anni.

Motivazioni, obiettivi e risultati ottenuti

Il laboratorio «Congettare, argomentare, dimostrare» è nato con lo scopo di far riflettere gli studenti sulla pratica e sul ruolo della dimostrazione in matematica e di far loro sviluppare l'abilità di apprendere, ricordare e ricostruire dimostrazioni.

Purtroppo nella scuola si è molto ridotto il numero di dimostrazioni che vengono presentate, col risultato che molti diplomati delle scuole superiori nel loro percorso scolastico hanno incontrato pochissime dimostrazioni, o non ne hanno incontrate affatto. Di conseguenza la comprensione e la capacità di riprodurre dimostrazioni sono tra le abilità matematiche meno sviluppate negli studenti che entrano all'università. Questo spesso rappresenta un'oggettiva difficoltà per avere buoni risultati negli studi universitari, sia nei corsi di studio della classe matematica, sia negli altri corsi di studio che prevedono comunque l'introduzione di conoscenze matematiche. Tale difficoltà è fonte di forte frustrazione nei ragazzi, perché sentono che nonostante i loro sforzi non riescono a ottenere quello che ci si aspetta da loro, ed è fonte di frustrazione anche del docente, che non sa bene come fare per aiutare lo studente ad acquisire questa capacità.

Lo scopo iniziale del laboratorio era quello di coinvolgere gruppi di ragazzi nella scomposizione delle dimostrazioni presentate loro durante l'anno scolastico, con lo scopo di far costruire loro stessi delle schede *on-line* di ripasso delle dimostrazioni a diversi livelli, utilizzando semplici *software* disponibili in rete. Nel progetto originario, i gruppi coinvolti, sotto la guida dell'insegnante

Il laboratorio «Congettare, argomentare, dimostrare» è nato con lo scopo di far riflettere gli studenti sulla pratica e sul ruolo della dimostrazione in matematica e di far loro sviluppare l'abilità di apprendere, ricordare e ricostruire dimostrazioni

tutor, avrebbero avuto il compito di scomporre essi stessi le dimostrazioni per le quali si intendeva preparare una scheda di ripasso, individuando nodi cruciali nei quali situare opportune domande a risposta multipla.

Nella fase di realizzazione del laboratorio, tuttavia, si è dovuto constatare che, in alcuni casi, i programmi dei docenti non prevedevano un corredo di dimostrazioni sufficientemente ricco. Quindi, per alcuni dei gruppi coinvolti, pur preservando l'idea della costruzione delle schede con domande a risposta multipla, si sono prodotti dei materiali di riflessione rispetto ad argomenti curriculari (per esempio la trigonometria, la geometria analitica, i logaritmi) non vincolati esclusivamente alla ricostruzione delle dimostrazioni.

Si ritiene che gli studenti, svolgendo l'attività, abbiano acquisito maggiore consapevolezza della necessità del ragionamento logico e della motivazione dei passaggi nei processi deduttivi. La verifica di tale acquisizione è stata fatta soprattutto attraverso la sfida conclusiva, ed è avvalorata sia dagli alti punteggi raggiunti da tutti i gruppi in competizione, sia dall'osservazione diretta dei ragazzi nei loro ragionamenti per rispondere alle domande nel corso della gara.

Metodologia di realizzazione e temi

L'adesione di numerosi studenti di una medesima classe ha consentito di costituire diversi gruppi paralleli che sono stati simultaneamente costruttori della propria scheda e fruitori-controllori delle schede approntate dai gruppi paralleli. In questo modo si è fatto ricorso alla collaudata tecnica di ribaltare le funzioni, ponendo i ragazzi coinvolti nel laboratorio nella posizione di «docenti» che «inventano» i quesiti. Ciascun gruppo parallelo di studenti ha lavorato nel seguente modo:

- scelta di una dimostrazione insieme all'insegnante;
- scomposizione della dimostrazione in passaggi, individuando quelli cruciali;
- creazione delle risposte multiple, prefigurando le possibili difficoltà del gruppo avversario;
- formulazione dei messaggi di errore e delle motivazioni;
- distribuzione dei punteggi, stimando e graduando tra i tipi di errore possibile;
- collaborazione nella fase tecnica alla costruzione «manuale» delle schede al computer;
- utilizzo della scheda costruita dal gruppo parallelo fungendo da validatore/controllore dell'utilità della scheda;
- l'utilizzo degli strumenti informatici, e in particolare del *software* «Hot potatoes», che consente l'inserimento di commenti a uso dei fruitori, è risultato particolarmente gradito perché ha consentito di inserire anche aspetti ludici nell'attività (le schede prodotte si trovano nel sito <http://estudium.unipg.it/laureescientifiche/>).

Si ritiene che gli studenti abbiano acquisito maggiore consapevolezza della necessità del ragionamento logico e della motivazione dei passaggi nei processi deduttivi

Tra un incontro e l'altro, agli studenti sono stati assegnati compiti per preparare lo svolgimento dell'incontro successivo.

Sono stati costruiti ipertesti corredati da test a risposta multipla, creati dagli studenti con la supervisione degli insegnanti, come esercizi e strumenti di auto-verifica. Si è così realizzata una ricca libreria di materiali curriculari in versione «elettronica», utilizzabile e trasferibile in altre situazioni.

Il ciclo di incontri del secondo anno si è concluso con una sfida interna alla quale hanno potuto partecipare diverse scuole. L'utilizzo incrociato delle schede prodotte è risultato un elemento di validazione e di valutazione dell'attività. Il meccanismo della sfida interna ha avuto esiti superiori alle aspettative, sia in termini di attenzione e concentrazione dedicata dai ragazzi alla soluzione del test, sia in termini di punteggio riportato dalle squadre vincitrici (si va dal 100% del Liceo «Galilei» di Terni all'86% del Liceo Scientifico di Assisi).

In alcune schede si sono presentati modelli di situazioni di interesse comune e quotidiano. Per esempio, in una classe terza di un Istituto Magistrale, sono state utilizzate le disequazioni di II grado per descrivere e risolvere problemi riguardanti la distanza di sicurezza, il calcolo del Body Mass Index, la caduta dei gravi.

Relazione tra docenti universitari e insegnanti delle scuole e progettazione delle attività

La realizzazione e la progettazione del laboratorio sono state fatte congiuntamente e (tendenzialmente) in modo paritario da Scuola e Università. È stato costituito un gruppo di progettazione formato dalla referente dell'attività, da un docente per ciascuno degli Istituti coinvolti e da due contrattiste, per svolgere le seguenti attività:

- progettare il numero e l'organizzazione dei gruppi paralleli (intraclasse, tra classi, tra scuole);
- scegliere la rosa di dimostrazioni su cui operare (occasione di confronto);
- prefigurare gli interventi guidati necessari alla costruzione delle schede;
- familiarizzare con il *software* proposto.

Alla conclusione del laboratorio i «gruppi progettisti» hanno partecipato a un incontro (regionale) in cui sono state riportate le varie esperienze al fine di confrontarle, valutarne vantaggi e svantaggi, proporre modifiche.

Crescita professionale dei docenti partecipanti (delle Scuole e dell'Università)

Nelle attività gli insegnanti hanno trovato occasioni di crescita professionale significativa; molti, infatti, hanno apprezzato il metodo del laboratorio come forma di motivazione degli allievi e hanno affermato di volerlo riutilizzare. Alcuni insegnanti hanno usufruito nell'anno scolastico 2006-07 dei materiali didattici prodotti nell'anno precedente. Uno degli insegnanti coinvolti nel

Il ciclo di incontri del secondo anno si è concluso con una sfida interna alla quale hanno potuto partecipare diverse scuole. L'utilizzo incrociato delle schede prodotte è risultato un elemento di validazione e di valutazione dell'attività

progetto, in seguito alla realizzazione del laboratorio, ha scritto un articolo divulgativo dal titolo *Sistemi formali e computer*. Tale articolo è stato accettato per la pubblicazione su «Didattica delle scienze e informatica nella scuola», Editrice La Scuola.

Mettere i ragazzi nel ruolo di «docenti», utilizzare un *software* e il laboratorio informatico, innescare il meccanismo del gioco-sfida interno hanno riscosso interesse da parte dei docenti, soprattutto per la motivazione che costoro hanno riscontrato nei ragazzi durante le attività. Inoltre molti insegnanti hanno preso maggiore consapevolezza dell'importanza da attribuire alla dimostrazione.

Nel laboratorio sono stati coinvolti anche docenti universitari che non si erano occupati di didattica della scuola prima di questo progetto, come nel caso della coordinatrice del laboratorio. L'attività svolta le ha permesso di conoscere meglio alcune caratteristiche degli studenti che approdano all'università, permettendole di avere informazioni utili per pensare e costruire corsi indirizzati ai neo-immatricolati.

Costi

Per dare un'idea dei costi, riportiamo quelli del secondo anno. Nel secondo anno, il laboratorio è stato realizzato in 6 scuole diverse, per un totale di 8 copie (dato l'alto numero di studenti, in due scuole sono state realizzate in tutto quattro copie del laboratorio), e i costi si possono riassumere nel modo seguente:

- compenso totale per i 9 insegnanti che hanno collaborato alla progettazione e alla realizzazione: euro 5.375;
- compenso per il docente universitario responsabile di tutta l'attività: euro 1.500;
- compenso per n. 2 specializzandi SSIS che hanno collaborato nel corso dell'anno: euro 1.500;
- spese sostenute per il trasposto degli studenti, per l'evento finale (stima approssimativa): euro 1.500.

Costo totale delle 8 copie realizzate: euro 9.875.

9 • APPENDICE

a) I problemi specifici dell'educazione matematica tra Scuola e Università

La matematica, come le scienze sperimentali, viene sovente insegnata e studiata a scuola in modo inefficace, senza ottenere, e senza forse mirare abbastanza, a una comprensione effettiva. Il livello della formazione disciplinare specifica degli insegnanti di matematica nella scuola superiore è in generale adeguato, mentre

Mettere i ragazzi nel ruolo di «docenti», utilizzare un *software* e il laboratorio informatico, innescare il meccanismo del gioco-sfida interno hanno riscosso interesse da parte dei docenti

la situazione è più problematica nella scuola media, dove gli insegnanti di matematica sono in grande maggioranza laureati in altre discipline scientifiche, in particolare biologia e scienze naturali. Ma il problema principale della matematica è che, forse più delle scienze sperimentali, è vittima di misconcezioni e di atteggiamenti negativi. Misconcezioni sulla sua natura e sui suoi oggetti e problemi, sui modi possibili per insegnarla e impararla, sulla sua relazione con i problemi concreti della vita quotidiana, delle scienze e delle tecnologie, del mondo del lavoro e delle professioni. Atteggiamenti negativi per cui viene ritenuta arida, fredda, inutilmente precisa e difficile, e non la si riconosce come un elemento di cultura e di ricchezza dell'uomo, dotata di una propria autonoma bellezza. Tali atteggiamenti e concezioni sono diffusi non soltanto tra gli studenti, ma anche nelle famiglie e nell'opinione comune e alcuni di essi anche tra gli insegnanti di matematica! Non sorprende allora che il livello medio di conoscenza della matematica degli studenti quindicenni italiani sia in generale basso rispetto agli altri Paesi sviluppati, con una notevole differenziazione geografica tra le regioni del Nord Italia, che sono sopra la media OCSE, e le Regioni del Sud e le Isole, che sono decisamente più arretrate. E neppure sorprende che una larga parte degli studenti che entrano all'Università in Corsi di Laurea nei quali sono richieste conoscenze matematiche di base (corsi scientifici, di ingegneria, di economia e altri) abbiano tali conoscenze in misura che viene considerata inadeguata dai docenti universitari. Queste carenze sono fortemente correlate agli abbandoni e ai rallentamenti delle carriere degli studenti in tali Corsi di Laurea e sono un problema significativo del sistema universitario, che viene accettato un po' troppo come un fatto del destino, invece che come un fenomeno su cui intervenire. Fortunatamente vi sono comunque studenti che amano la matematica, leggono libri di matematica, partecipano a giochi e gare matematiche e anche si iscrivono ai Corsi di Laurea in Matematica. Le Olimpiadi di Matematica sono in Italia quasi un fenomeno di massa (più di 1700 scuole e decine di migliaia di studenti partecipanti) e negli anni 2005-2007 il numero degli iscritti ai Corsi di Laurea in Matematica è cresciuto di circa il 50% (nel momento in cui scriviamo non sono ancora disponibili i dati definitivi sugli immatricolati per il 2007-08). Infine, la ricerca matematica in Italia è in buona salute e l'Italia è nel gruppo leader dell'International Mathematical Union. Si ha quindi una situazione articolata, che presenta motivi di soddisfazione accanto a motivi di forte preoccupazione e nella quale sono necessarie, ma anche possibili, azioni coordinate e forti.

b) Caratteristiche, motivazioni e aspettative degli studenti interessati alla matematica

Non è chiaro se i bassi livelli *medi* di conoscenza, le concezioni errate e i diffusi atteggiamenti negativi verso la matematica nella scuola si possano effetti-

Il problema principale della matematica è che, forse più delle scienze sperimentali, è vittima di misconcezioni e di atteggiamenti negativi

vamente ritenere direttamente e primariamente responsabili del numero maggiore o minore di iscritti ai Corsi di Laurea in Matematica e poi del numero dei laureati in Italia. Infatti, una quota, anche se non elevata, di studenti interessati alla matematica, capaci e anche brillanti, c'è comunque e se tutti questi si iscrivessero al Corso di Laurea in Matematica, il loro numero sarebbe perfino eccessivo rispetto alle esigenze del Paese.

A proposito della propensione verso il Corso di Laurea in Matematica nella fascia degli studenti più «portati», è interessante l'indagine¹¹ condotta dal presente progetto su 894 partecipanti alle fasi finali delle Olimpiadi di Matematica negli anni 2006 e 2007. Questa indagine ha mostrato che soltanto circa il 20% di tale popolazione, peraltro sicuramente interessata alla matematica e dotata di ottime capacità, afferma di essere intenzionata a iscriversi a Corsi di Laurea in Matematica, mentre quasi il 40% risponde di no e circa il 40% è indeciso. Gli indirizzi di studio più indicati come possibili alternative di interesse sono Ingegneria, Fisica e Medicina, in questo ordine.

Nella stessa indagine, alla domanda «Che cosa ti sarebbe utile conoscere per valutare se intraprendere studi scientifici?», più del 50% degli intervistati ha risposto «Le possibilità di lavoro dopo la Laurea». Per quanto riguarda la preparazione iniziale, è noto da tempo che gli immatricolati nei Corsi di Laurea in Matematica (insieme ai fisici e ai chimici), nell'esame di Stato e anche nei test di ingresso hanno una media dei voti più alta di quella degli immatricolati in altri Corsi di Laurea e questo indica che c'è un'autoselezione all'ingresso degli studenti. In larga maggioranza gli immatricolati provengono dal Liceo Scientifico. Per quanto riguarda i modi e le cause dello sviluppo della vocazione matematica, è interessante riportare alcuni dati sulle percezioni degli immatricolati, ottenuti con un'indagine¹² condotta nell'anno accademico 2007-08 su 1.835 studenti e studentesse (38% maschi) frequentanti, nei primi giorni di lezione, fra settembre e ottobre 2007, nei Corsi di Laurea in Matematica nelle Università di: Bologna, Brescia «Cattolica», Cagliari, Camerino, Catania, Como-Insubria, Ferrara, Genova, L'Aquila, Lecce, Messina, Modena e Reggio Emilia, Napoli «Seconda Università», Napoli «Federico II», Padova, Palermo, Parma, Pavia, Perugia, Pisa, Roma «La Sapienza», Roma «Tor Vergata», Torino, Trieste, Udine:

- il 90% ha affermato «mi è sempre piaciuta molto la matematica»;
- i fattori determinanti del loro apprezzamento sono stati:
 - l'insegnante, 54%;
 - la partecipazione a giochi e gare matematiche, 20%;
 - la lettura di libri sulla matematica, 9%;

11. <http://laureescientifiche.science.unitn.it/>, pagina «indagini e questionari».

12. I dati completi si trovano nel sito nazionale del PLS-OFI-Mat <http://laureescientifiche.science.unitn.it/>, nella pagina «indagini e questionari».

Soltanto circa il 20% di tale popolazione, peraltro sicuramente interessata alla matematica e dotata di ottime capacità, afferma di essere intenzionata a iscriversi a Corsi di Laurea in Matematica, mentre quasi il 40% risponde di no e circa il 40% è indeciso

- fra i motivi della scelta del Corso di Laurea in Matematica, sul totale delle 2622 indicazioni date,
 - il 60% ha detto «perché la matematica mi piace»;
 - il 22% ha detto «perché ho valutato le opportunità di lavoro»;
 - il 16% ha detto «perché penso di avere buone conoscenze e capacità».

c) I Corsi di Laurea in Matematica in Italia

Il Progetto «Lauree Scientifiche»-Orientamento e Formazione degli Insegnanti si è fortemente collegato con i Corsi di Laurea e quindi conviene dare un quadro della situazione dei Corsi di Laurea relativi. Le sedi universitarie in cui sono attivi Corsi di Laurea della classe **32-Scienze matematiche** sono 38. In alcune sedi sono attivi più corsi di laurea e in tal caso uno di essi mira di solito a una preparazione più generalista mentre l'altro, o gli altri, sono più specializzati. Nelle sedi in cui si ha un solo Corso di Laurea, questo consente comunque una pluralità di curricula e di opzioni di studio. Molti di questi corsi di laurea si chiamano semplicemente «Matematica», ma si trovano anche nomi diversi. Nel seguito diremo «Corso di Laurea in Matematica» per indicare un corso qualsiasi della attuale classe 32. In questo momento nel sistema universitario è in atto una trasformazione delle classi di laurea, che richiederà alcuni anni per essere completata, con l'adeguamento degli ordinamenti didattici al nuovo sistema previsto dal DM 270/04. Alla attuale classe 32, nel nuovo sistema corrisponderà la nuova classe 35, che ha comunque caratteristiche molto simili. Riportiamo qui gli obiettivi formativi generali di tutti i corsi di laurea dell'attuale classe 32, che sono essenzialmente gli stessi della nuova classe 35.

Alla attuale classe 32, nel nuovo sistema corrisponderà la nuova classe 35, che ha comunque caratteristiche molto simili

I laureati nei Corsi di Laurea della classe devono: possedere buone conoscenze di base nell'area della matematica; possedere buone competenze computazionali e informatiche; acquisire le metodiche disciplinari ed essere in grado di comprendere e utilizzare descrizioni e modelli matematici di situazioni concrete di interesse scientifico o economico; essere in grado di utilizzare almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali; possedere adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione; essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

I laureati nei Corsi di Laurea della classe potranno esercitare attività professionali come supporto modellistico-matematico e computazionale ad attività dell'industria, della finanza, dei servizi e nella pubblica amministrazione, nonché nel campo della diffusione della cultura scientifica.

Occorre considerare che, data la dinamica della evoluzione delle scienze e della tecnologia, la formazione dovrà comunque sempre sottolineare gli aspetti metodologici al fine di evitare l'obsolescenza delle competenze acquisite.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate a far acquisire: le conoscenze fondamentali nei vari campi della matematica, nonché di metodi propri della matematica nel suo complesso; la capacità di modellizzazione di fenomeni naturali, sociali ed economici, e di problemi tecnologici; il calcolo numerico e simbolico e gli aspetti computazionali della matematica e della statistica; devono prevedere in ogni caso una quota significativa di attività formative caratterizzate da un particolare rigore logico e da un elevato livello di astrazione; possono prevedere, in relazione a obiettivi specifici, l'obbligo di attività esterne, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

Si è già detto sopra che le possibilità di lavoro dopo la laurea sono una questione ritenuta cruciale dagli studenti della scuola superiore. Negli obiettivi formativi della classe 35, sopra riportati, si dice chiaramente che:

I laureati nei Corsi di Laurea della classe potranno esercitare attività professionali come supporto modellistico-matematico e computazionale ad attività dell'industria, della finanza, dei servizi e nella pubblica amministrazione, nonché nel campo della diffusione della cultura scientifica.

Le possibilità di lavoro dopo la laurea sono una questione ritenuta cruciale dagli studenti della scuola superiore

e, in effetti, sono molti i laureati in Matematica che svolgono attività professionali del tipo indicato, tuttavia l'immagine pubblica del laureato in Matematica fatica a conquistare un ruolo chiaro nel mercato del lavoro. Per un'ampia panoramica sui mestieri dei matematici, attraverso una ricca raccolta di storie professionali di laureati in Matematica, si fa riferimento al sito <http://mestieri.dima.unige.it>, realizzato da Vincenza Del Prete nell'ambito di un progetto congiunto fra il progetto nazionale di Orientamento e Formazione degli Insegnanti e il progetto Formazione Triennale e Stage per l'area Matematica, coordinato da Alessandro Russo.

Diamo ora alcuni dati sull'andamento degli immatricolati ai corsi di laurea in Matematica negli ultimi anni. Nella Tabella 1 si trova l'andamento del numero di immatricolati in Matematica in Italia, confrontato col numero di immatricolati alle Facoltà di Scienze e alle Facoltà di Ingegneria, nonché con gli immatricolati totali all'università e con i diplomati di scuola superiore. In questa tabella si vede che gli immatricolati in Matematica sono cresciuti significativamente, in particolare nell'ultimo anno, e la successiva Tabella 2 mostra che sono cresciuti anche in rapporto a tutte le altre popolazioni considerate.

Tabella 1 • Immatricolati¹³ nel periodo 2001-2006, classe 32-Scienze matematiche

	A.A. 2001-02	A.A. 2002-03	A.A. 2003-04	A.A. 2004-05	A.A. 2005-06	A.A. 2006-07
Immatricolati alla classe matematica	1.750	1.740	1.852	1.912	2.094	2.461
Immatricolati alle Facoltà di Scienze	28.223	29.319	30.511	29.397	29.650	30.049
Immatricolati alle Facoltà di Ingegneria	39.822	40.602	40.488	40.123	37.892	37.787
Immatricolati	331.368	346.940	353.119	347.700	331.940	325.417
Diplomati di scuola superiore – anno scolastico precedente	455.118	443.841	454.071	454.240	446.584	449.063

Fonte dati immatricolati: MUR - Ufficio di Statistica.

Fonte dati diplomati: MPI-DG Studi e programmazione e *La scuola in cifre 2005*, «Quaderni della DG per gli Studi e la Programmazione».

Tabella 2 • Rapporto fra immatricolati in Matematica e immatricolati totali

	A.A. 2001-02	A.A. 2002-03	A.A. 2003-04	A.A. 2004-05	A.A. 2005-06	A.A. 2006-07
Immatricolati alla classe matematica per 1.000 immatricolati alla Facoltà di Scienze	62	59	61	65	71	82
Immatricolati alla classe matematica per 1.000 immatricolati alla Facoltà di Ingegneria	44	43	46	48	55	65
Immatricolati alla classe matematica per 10.000 immatricolati	53	50	52	55	63	76
Immatricolati alla classe matematica per 10.000 diplomati nell'estate precedente	38	39	41	42	47	55

Una significativa azione del Progetto «Lauree Scientifiche» è stata quella delle borse di studio per gli immatricolati

d) Le borse di studio dell'Istituto Nazionale di Alta Matematica

Come si è detto nell'articolo introduttivo di N. Vittorio e E. Predazzi, una significativa azione del Progetto «Lauree Scientifiche», anche se purtroppo realizzata per la sola coorte del 2006-07, è stata quella delle borse di studio per gli immatricolati. Precisamente sono state finanziate, nella misura dell'80%, 40

13. Immatricolati al primo anno per la prima volta.

borse per ciascuna delle tre aree della Chimica, della Fisica e della Matematica. Le borse sono di 4000 euro all'anno, per tre anni. Per mantenerle gli studenti devono sostenere entro il 31 dicembre di ogni anno gli esami dei corsi previsti per l'Anno Accademico precedente, con una votazione media non inferiore a 27/30 e nessun voto inferiore a 24/30.

Nel caso della Matematica queste borse si sono inserite in una tradizione iniziata dall'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INDAM) nel 2001-02¹⁴. A partire da allora, infatti, l'INDAM ha assegnato ogni anno fra 40 e 50 borse di studio a immatricolati dei Corsi di Laurea in Matematica italiani, selezionandoli attraverso una prova scritta che si svolge presso le sedi dei Corsi di Laurea¹⁵. L'andamento del numero dei partecipanti al concorso per la matematica è mostrato nella Tabella 3. Forse anche per la risonanza data alle borse dai media, in connessione con il Progetto «Lauree Scientifiche», la partecipazione al concorso nel 2006-07 è stata particolarmente elevata.

Tabella 3 • Numero partecipanti, numero borse e numero borse aggiuntive per anno

	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08
N. partecipanti	298	299	349	402	493	537	729	625
N. borse	50	50	50	50	39	40	40	40
N. borse aggiuntive	9	5	6	2	4	3	3	1

Forse anche per la risonanza data alle borse dai media, in connessione con il Progetto «Lauree Scientifiche», la partecipazione al concorso nel 2006-07 è stata particolarmente elevata

Nel 2007-08, anche se il Progetto «Lauree Scientifiche» non ha più finanziato le borse di studio, l'INDAM ha ancora bandito 40 borse di durata di un anno, ma non si sa se tali borse saranno estese a una durata triennale, come le precedenti. Neppure si sa cosa accadrà nei prossimi anni.

Non è questa la sede per un'analisi approfondita degli effetti delle borse e per una valutazione costi/benefici. Si osserva solamente che l'effetto delle borse non sembra tanto quello di portare direttamente molti studenti in più nei Corsi di Laurea in Matematica, quanto quello di:

14. <http://www.altamatematica.it/>

15. La prova è la stessa in tutte le sedi, si tiene nello stesso momento e viene corretta da una commissione nazionale presso l'INDAM. Non è necessario essere iscritti a un Corso di Laurea in Matematica nel momento in cui si svolge il concorso. In base al punteggio assegnato nella prova, viene fatta una graduatoria nazionale e le borse sono date seguendo tale ordine. È importante dire che i vincitori possono scegliere liberamente la sede in cui iscriversi, indipendentemente da quella in cui hanno sostenuto la prova. Alcune università mettono a disposizione borse aggiuntive, riservate a studenti che intendono iscriversi nell'università stessa, le quali vengono comunque assegnate nell'ordine della graduatoria nazionale.

- dare a centinaia di studenti della scuola superiore, che sono comunque interessati alla matematica, una motivazione in più per conoscerla più da vicino e per migliorare la propria preparazione iniziale;
- dare ai 40 studenti vincitori una responsabilizzazione maggiore, collegata alla percezione che il Paese si aspetta da loro qualcosa;
- dare alle sedi che lo desiderano una graduatoria nazionale da utilizzare per proprie borse o premi;
- mettere a disposizione uno strumento per rilevare le conoscenze e le capacità matematiche di studenti di tutto il territorio nazionale e quindi per ottenere valutazioni del sistema di istruzione.

Proprio in relazione a quest'ultimo punto, si sta svolgendo un'analisi¹⁶ sulla distribuzione geografica dei partecipanti e dei primi classificati al concorso per borse di studio dell'anno accademico 2006-07. Da questa analisi emerge una evidente differenziazione fra le Regioni del Nord e le Regioni del Sud, con le prime che presentano un numero molto più elevato di partecipanti di qualità in rapporto al numero di abitanti. Particolarmente negativa, da questo punto di vista, risulta la situazione di Campania e Sicilia.

Anche la scelta delle sedi universitarie da parte dei vincitori è significativa e lo potrebbe essere anche di più se l'importo della borsa fosse maggiore e tale da consentire un'effettiva mobilità degli studenti. In tali condizioni le borse diventerebbero anche un buon indicatore della capacità di una sede universitaria di attirare studenti di qualità. Per diversi motivi, borse del tipo indicato potrebbero quindi essere utili per tutte le aree disciplinari.

Anche in questo caso il Progetto «Lauree Scientifiche» ha saputo individuare una buona pratica e incoraggiarla. Naturalmente il maggiore ringraziamento deve andare all'Istituto Nazionale di Alta Matematica che ha a lungo sostenuto il programma delle borse, sia finanziariamente, sia predisponendo una capillare organizzazione territoriale in collaborazione con la Commissione Olimpiadi per la Matematica. Si comprende che sia difficile per un Istituto come l'INDAM continuare a dedicare una parte rilevante del proprio budget a borse per studenti in una situazione di contrazione delle risorse per la ricerca. Si auspica però che il programma borse di studio possa avere un futuro.

e) Temi dei laboratori di matematica realizzati nei progetti locali

Nei progetti locali si sono svolte molte attività di diverso tipo. Qui riportiamo l'elenco dei temi che sono stati considerati nelle attività di tipo «Laboratorio di Matematica».

Emerge una evidente differenziazione fra le Regioni del Nord e le Regioni del Sud, con le prime che presentano un numero molto più elevato di partecipanti di qualità in rapporto al numero di abitanti

¹⁶ G. Anzellotti, F. Mazzini: *Distribuzione geografica delle conoscenze matematiche all'ingresso del corso di laurea in matematica e dei percorsi di formazione degli insegnanti*. In preparazione.

Tabella 1.1

Progetto locale	Titolo
Bologna	Cercare la matematica nella scienza, nella natura, nella letteratura e nell'arte
Bologna	Geometria nelle carte geografiche
Bologna	Giocare con i numeri
Bologna	Giocare con il caso
Bologna	M.C. Escher: la matematica nell'arte
Bologna	Matematica sperimentale
Bologna	Numeri primi e crittografia
Brescia-«Cattolica»	Laboratori per gare matematiche
Brescia-«Cattolica»	Laboratorio interattivo
Cagliari	Caos e frattali: sistemi dinamici e applicazioni al calcolatore
Cagliari	Geometria Sferica
Cagliari	Immagini, meccanismi e modelli della Matematica
Cagliari	Modelli statistici e simulazione
Cagliari	Problemi e Gare Matematiche
Catania	Laboratorio di ricerca per gli studenti su argomenti di geometria euclidea
Catania	Laboratorio di ricerca sulle coniche dal punto di vista euclideo e analitico
Como	Crittografia e Sicurezza
Como	Sistemi Dinamici
Cosenza	Calcolo delle probabilità
Cosenza	Laboratorio didattico «Modelli Matematici e Calcolatore»
Cosenza	Minimostra del kit di Geometria Sferica
Ferrara	Dalla meccanica classica alla meccanica relativistica
Ferrara	La Crittografia
Ferrara	Metodo e geometria tra Cartesio e Leibniz
Ferrara	Piano proiettivo con cartamodello
Ferrara	Problemi interattivi: algoritmi matematici implementati in Java
Firenze	Geometria Sferica
Firenze	Laboratorio di algebra della carta piegata
Firenze	Laboratorio di Crittografia
Firenze	Laboratorio di Probabilità
Firenze	Laboratorio di problemi isoperimetrici
Firenze	Laboratorio di Riga, Compasso e Algebra
Firenze	Macchine che imparano da sole
Genova	Argomentare e dimostrare (un percorso tra matematica, fisica e filosofia)

Progetto locale	Titolo
Genova	I fenomeni reali e le funzioni: grafici e proprietà di funzioni trigonometriche, esponenziali e logaritmiche
Genova	Il gioco voci-echi come metodologia di approccio al sapere teorico in matematica e in fisica
Genova	L'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo
Genova	Matematica e statistica (dai dati ai modelli alle scelte: rappresentazione, interpretazione e previsione)
Genova	Modelli dei cambiamenti continui
Genova	Modelli ottenibili mediante la funzione logaritmo
Genova	Modellizzazione delle onde marine superficiali
Genova	Problemi classici in geometria
Genova	Strutture numeriche, armonia e bellezza in natura e nell'arte si incontrano
Genova	Teoria matematica dei giochi
L'Aquila	Curve nella grafica assistita al computer
L'Aquila	Frattali e compressione delle immagini
L'Aquila	La minimostra stimola
Lecce	Crittografia
Lecce	Diete alimentari
Lecce	Due rette parallele...
Lecce	Quale tariffa per quale telefono?
Messina	Geometrie non euclidee: storia, sviluppi elementari, applicazioni
Messina	La crittografia, la sua storia, le applicazioni
Messina	Le trasformazioni geometriche
Messina	Linguaggi e teoria dei codici. Storia, fondamenti, sviluppi elementari, applicazioni
Messina	Logica fuzzy: storia, sviluppi elementari, applicazioni
Messina	Topologia in classe
Milano	Le coniche con CABRI
Milano	Biomatematica
Milano	Catene di Markov: dall'indipendenza alla dipendenza
Milano	Crittografia
Milano	Cubi e ipercubi
Milano	Dalla costruzione dei poligoni regolari ai numeri complessi
Milano	Giochi matematici
Milano	La dimostrazione in contesto geometrico
Milano	Modellistica matematico-numerica per la scuola superiore
Milano	Problemi con parametro

Progetto locale	Titolo
Milano	Risoluzione di problemi in Matematica e Fisica
Milano	Simmetria del cubo
Milano	Teoria dei grafi e topologia
Milano	Triangoli sferici
Milano	Trigonometria online
Milano «Bicocca»	I logaritmi
Milano «Bicocca»	I poliedri regolari
Milano «Bicocca»	La Matematica del Web: suoni e immagini
Milano «Bicocca»	La paura della matematica
Milano «Bicocca»	La probabilità come scoperta scientifica
Milano «Bicocca»	La sezione aurea
Milano «Bicocca»	Precisione di Linguaggio
Milano «Bicocca»	Spazio. Tempo e Geometria
Modena	Esplorazione di situazioni per l'individuazione di regolarità e leggi come strategia didattica per il passaggio dall'argomentazione alla dimostrazione ed il passaggio dall'aritmetica all'algebra (acronimo: ESILE-ADA)
Modena	Gauss ieri e oggi – Dalla crittografia ai numeri primi (classi terze) – Geometrie non euclidee (classi quarte e quinte) – Probabilità e statistica (classi quarte e quinte)
Modena	Le geometrie non euclidee e la relatività
Modena	Percorsi minimi, superfici minime e bolle di sapone
Modena	Una vita tra massimi e minimi
Napoli «Federico II»	Laboratorio di «Modelli Matematici per la Società»
Napoli «Federico II»	Laboratorio di Matematica per problemi, ovvero «La Matematica che non ti aspetti»
Napoli «Federico II»	Laboratorio di modelli matematici e tecnologie didattiche
Padova	Laboratorio ADRIA – Sistemi dinamici
Padova	Laboratorio BASSANO – Economia Matematica – Ricerca operativa
Padova	Laboratorio CASTELFRANCO V. – Introduzione alla Crittografia a chiave pubblica
Padova	Laboratorio di PADOVA – Un modello per il ferromagnetismo
Padova	Laboratorio DOLO 1 (VE) – Analisi delle componenti principali (statistica applicata a un campione biologico)
Padova	Laboratorio DOLO 2 (VE) – Introduzione alla combinatoria
Padova	Laboratorio LANCENIGO – Introduzione alla Crittografia
Padova	Laboratorio PIOVE di SACCO – Dinamica delle popolazioni: mappe uni- e bi-dimensionali lineari e nonlineari
Padova	Laboratorio ROVIGO – Introduzione alla Crittografia a chiave pubblica
Padova	Laboratorio SCHIO – Introduzione alla Crittografia

Progetto Locale	Titolo
Padova	Laboratorio TREVISO – Ricerca operativa – programmazione lineare
Padova	Laboratorio VENEZIA – Teoria dei giochi
Padova	Laboratorio VERONA Fracastoro – Un problema di ottimizzazione
Padova	Laboratorio VERONA Marconi – Dinamica delle popolazioni
Padova	Laboratorio VICENZA – Gestione intelligente di un portafoglio di titoli
Palermo	Dalla dimostrazione all'intelligenza artificiale: storia, teoria, applicazioni
Palermo	Geometria della Visione e Dimostrazione
Palermo	La geometria della visione: storia, arte, applicazioni al computer
Palermo	Modelli matematici per le scienze biologiche ed economiche
Palermo	Storia e teoria della Crittografia ed Applicazioni alle Telecomunicazioni
Parma	Dispersione
Parma	Laboratorio sul concetto di «finito»
Pavia	Giochi di sorte e giochi contro avversari intelligenti: probabilità e interazione strategica
Pavia	Modelli matematici elementari
Pavia	Poliedri: non solo geometria
Pavia	Problemi e gare matematiche: il piacere di giocare con i numeri
Perugia	Congettare, Argomentare, Dimostrare
Perugia	La Matematica come strumento e fondamento dello sviluppo tecnologico
Perugia	La mostra in valigia
Perugia	La via più breve
Pisa	A proposito di poliedri: dimostrazioni, confutazioni e robot
Pisa	Apprendimento cooperativo
Pisa	Geometria e Algebra: le curve dei Greci e le curve di Cartesio
Pisa	Giochi di Lego
Pisa	I libri di testo
Pisa	I numeri transfiniti
Pisa	Il problema del ballottaggio
Pisa	Il Sudoku e oltre
Pisa	Impossibilità di un sistema elettorale democratico
Pisa	Laboratorio di problemi
Pisa	L'atteggiamento degli allievi delle scuole medie verso la matematica
Pisa	L'atteggiamento degli allievi verso la matematica
Pisa	Passatempo e giochi: alla ricerca di problemi e soluzioni
Pisa	Probabilità e genetica

Progetto locale	Titolo
Pisa	Problem solving – problem posing
Pisa	Problemi e congetture in aritmetica
Pisa	Tecniche per mescolare le carte, feste di compleanno e figurine di calciatori: quale legame?
Roma «La Sapienza»	Dinamiche di popolazioni
Roma «La Sapienza»	Il software «Mathematica» nella didattica
Roma «La Sapienza»	La dimostrazione
Roma «La Sapienza»	Matematica in moto
Roma «La Sapienza»	Oltre l'aritmetica
Roma «La Sapienza»	Saper «ultravedere» nello spazio
Roma «La Sapienza»	Somme di infiniti termini
Roma «Tor Vergata»	Laboratorio di Geometrie della visione
Roma «Tor Vergata»	Laboratorio di iterazioni di funzioni e loro andamento asintotico
Roma «Tor Vergata»	Laboratorio di Trasformazioni puntuali
«Roma Tre»	Astromatematica: analisi di dati e modelli
«Roma Tre»	La Matematica nei giochi
Torino	Laboratorio di Storia delle Matematiche
Trento	Crittografia
Trento	Fenomeni aleatori
Trento	Matematica e Musica
Trieste	Curve celebri
Trieste	Gruppi di permutazioni
Trieste	Il divertimento geometrico
Trieste	La matematica è bella
Trieste	Le somme infinite: dalla metafisica al lettore MP3
Trieste	Logica e matematica
Trieste	Massimi e minimi
Trieste	Metodi della matematica attraverso i tempi: calcolo di aree e volumi
Trieste	Ordine e caos
Trieste	Problem solving
Udine	Argomenti dei programmi della scuola secondaria superiore rivisitati alla luce della Storia della matematica
Udine	Laboratorio di Logica Matematica
Udine	Laboratorio Metodi numerici per l'informatica
Udine	Laboratorio sull'Infinito

Tabella 2.1 • Matematica – Dati principali, per sede – Complessivo nei due anni

Sede	Ist. scol.	Assoc. ind.	Altri enti	Pers. Univ.	Pers. Scuola	Altro pers.	Ore totali	Ore a carico progetto	Costo prog.
Bari	10	0	1	5	17	5	4.340	1.128	48.821
Bologna	27	0	2	10	54	26	7.957	2.880	85.577
Brescia «Cattolica»	28	1	2	8	38	3	1.591	1.026	43.670
Cagliari	8	0	2	7	20	0	1.593	732	53.830
Camerino	9	6	10	11	23	19	2.046	1.360	49.630
Caserta	13	1	2	6	9	1	851	384	29.937
Catania	30	0	2	6	10	0	2.380	2.080	42.466
Como	6	0	2	2	20	2	988	521	34.935
Cosenza	12	0	1	8	29	0	1.604	884	51.847
Ferrara	7	0	1	7	23	1	1.116	650	42.788
Firenze	14	0	1	8	24	7	925	854	40.964
Genova	24	1	6	29	49	19	6.813	1.454	74.017
L'Aquila	6	0	3	6	18	2	748	180	18.750
Lecce	6	0	3	6	18	3	2.141	900	38.800
Messina	15	0	2	9	24	5	3.334	1.088	44.632
Milano	19	0	2	23	29	2	2.367	695	75.131
Milano «Bicocca»	8	0	1	11	21	1	829	466	63.052
Modena	21	1	3	22	45	12	2.297	2.025	92.542
Napoli «Federico II»	11	1	8	14	37	27	3.630	2.294	54.555
Padova	22	8	9	31	60	17	4.390	3.184	107.256
Palermo	15	1	3	13	29	2	2.403	909	49.267
Parma	88	1	2	10	21	9	2.531	1.297	68.854
Pavia	5	1	2	12	21	3	2.862	1.053	47.600
Perugia	17	3	8	27	42	18	5.906	2.285	87.014
Pisa	42	1	2	33	69	46	4.650	545	59.326
Potenza	4	3	1	2	10	10	716	336	25.000
Roma «La Sapienza»	17	0	2	14	29	0	2.245	1.463	78.011
Roma «Tor Vergata»	12	0	2	8	16	1	1.581	889	86.678
«Roma Tre»	6	0	3	9	9	2	1.270	632	43.339
Torino	54	3	1	12	43	7	5.176	2.156	84.274
Trento	11	0	2	7	40	4	4.162	2.047	105.559
Trieste	11	1	3	17	35	17	3.566	1.933	82.998
Udine	17	0	3	21	29	1	1.591	1.016	53.257
Trento trasversale	1	0	10	13	9	4	3.567	1.105	259.962
TOTALE	596	33	107	427	970	276	94.166	42.451	2.224.339

Tabella 2.3 • Matematica – Ore di impegno del personale. Riassunto, per tipo e per anno

Tipologia	Ore 1° anno	%	Ore 2° anno	%	Totale nei due anni	%	Media ore persona
UNIV. RUOLO-DOCENTE	15.730	33,4	13.617	29,6	29.347	31,5	72
UNIV. RUOLO-ALTRO	400	0,8	491	1,1	891	1,0	40
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	24.353	51,7	24.988	54,2	49.341	53,0	51
SCUOLA RUOLO-ALTRO	92	0,2	119	0,3	211	0,2	30
ASS. INDUSTRIALI	507	1,1	461	1,0	968	1,0	21
IMPRESE	245	0,5	420	0,9	665	0,7	21
ALTRI ENTI	605	1,3	695	1,5	1.300	1,4	26
A CONTRATTO	5.130	10,9	5.275	11,5	10.405	11,2	70
TOTALE	47.062		46.066		93.128		

Tabella 2.8 • Matematica – Finanziamento e cofinanziamento locale, per sede

Sede	Totale progetto	Di cui cofin. locale	% cofin. su totale
Bari	48.821	8.000	16
Bologna	85.577	20.000	23
Brescia «Cattolica»	43.670	10.000	23
Cagliari	53.830	12.400	23
Camerino	49.630	17.186	35
Caserta	29.937	7.988	27
Catania	42.466	8.500	20
Como	34.935	8.000	23
Cosenza	51.847	10.375	20
Ferrara	42.788	10.000	23
Firenze	40.964	10.000	24
Genova	74.017	19.000	26
L'Aquila	18.750	3.750	20
Lecce	38.800	13.000	34
Messina	44.632	10.000	22
Milano	75.131	22.000	29
Milano «Bicocca»	63.052	14.500	23
Modena	92.542	46.000	50
Napoli «Federico II»	54.555	12.334	23
Padova	107.256	30.000	28
Palermo	49.267	15.000	30
Parma	68.854	18.571	27
Pavia	47.600	10.900	23
Perugia	87.014	43.507	50
Pisa	59.326	15.608	26
Potenza	25.000	5.000	20
Roma «La Sapienza»	78.011	18.000	23
Roma «Tor Vergata»	86.678	20.000	23
«Roma Tre»	43.339	10.000	23
Torino	84.274	20.000	24
Trento	105.559	57.000	54
Trieste	82.998	31.612	38
Udine	53.257	10.651	20
Trento trasversale	259.962	55.000	21
TOTALE	2.224.339	623.882	28

Tabella 3.1 • Matematica – Numero di Istituti scolastici, studenti e insegnanti, per sede e per anno

Sede	N. Istituti scolastici		N. studenti		N. insegnanti	
	nei due anni	1° anno	nei due anni	1° anno	nei due anni	1° anno
Bari	10	11	0	0	38	10
Bologna	27	19	972	458	63	34
Brescia «Cattolica»	28	27	2.280	660	79	41
Cagliari	8	7	1.232	287	37	11
Camerino	9	6	1.658	255	79	31
Caserta	13	3	210	100	24	8
Catania	30	26	480	360	40	40
Como	6	5	170	143	18	16
Cosenza	12	23	362	77	67	13
Ferrara	7	4	166	75	29	13
Firenze	14	10	412	212	19	10
Genova	24	27	1.127	461	100	36
L'Aquila	6	2	165	0	31	0
Lecce	6	5	1.440	425	119	42
Messina	15	9	1.309	167	42	11
Milano	19	13	650	423	46	26
Milano «Bicocca»	8	14	570	431	26	20
Modena	21	19	1.676	897	87	64
Napoli «Federico II»	11	9	1.605	256	127	49
Padova	22	22	642	324	97	51
Palermo	15	10	424	190	97	57
Parma	88	88	9.517	9.069	279	262
Pavia	5	6	688	344	34	17
Perugia	17	17	756	340	69	31
Pisa	42	15	782	696	324	224
Potenza	4	6	56	28	10	5
Roma «La Sapienza»	17	12	204	47	25	21
Roma «Tor Vergata»	12	12	1.542	360	66	15
«Roma Tre»	6	6	180	49	18	9
Torino	54	43	1.210	1.227	79	81
Trento	11	8	652	173	56	27
Trieste	11	8	788	244	177	32
Udine	17	15	2.104	374	43	9
Trento trasversale	1	1	0	0	0	0
TOTALE	596	508	36.029	19.152	2.445	1.316

Tabella 3.3 • Matematica – Percentuali risposte questionari studenti, tutte le sedi

	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	2,1	10,6	48,9	38,4
10. L'attività è stata impegnativa?	10,3	32,1	37,3	20,3
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	4,6	19,8	48,2	27,4
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,8	10,1	40,5	46,6
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	2,6	12,6	46,9	38,0
14. I docenti sono stati chiari?	1,8	7,9	41,9	48,5
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la matematica?	6,4	20,8	44,2	28,6
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	20,0	33,0	30,7	16,4
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	2,8	7,3	36,5	53,3

Tabella 3.4 • Matematica – Percentuali risposte questionari insegnanti, tutte le sedi

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	24,7	18,0	18,0	39,4
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	8,1	12,6	18,3	61,1
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0,5	1,7	13,8	84,0
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	26,9	28,5	31,8	12,8
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	0,2	3,4	27,6	68,8
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0,2	2,9	26,6	70,4
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0,3	1,2	26,9	71,7
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0,3	2,2	16,0	81,5
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	7,1	19,7	43,1	30,1
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	1,1	8,9	26,0	64,1
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	0,3	5,0	50,8	43,9
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	10,9	32,2	37,3	19,6
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0,4	1,9	32,9	64,7
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della matematica?	0,3	6,6	39,5	53,6
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	1,1	6,9	35,4	56,7
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0,1	0,8	16,7	82,3

Tabella MAT 1 • Matematica – Percentuali risposte questionari studenti alla domanda: «Nelle attività si sono svolte...»

	Per nulla	Qualche volta	Molto
18. spiegazioni teoriche da parte dei docenti	3,3	35,7	61,0
19. dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti	12,0	47,4	40,6
20. lavori individuali e di gruppo da parte degli studenti	11,2	36,9	51,8
21. attività sperimentali e pratiche da parte dagli studenti	15,5	42,0	42,5

Tabella MAT 2 • Matematica – Numero e percentuale di risposte alla domanda: «23-Vorresti che nell'insegnamento della matematica si desse maggiore attenzione...» (indicare con una crocetta non più di 3 opzioni)

A. all'aspetto sperimentale e pratico	4.754	27,3
B. all'aspetto formale	462	2,7
C. all'inquadramento storico	1.086	6,2
D. alle ricerche fondamentali più recenti	2.915	16,7
E. alle relazioni con altre discipline e alle applicazioni tecnologiche	3.830	22,0
F. alle implicazioni nella vita quotidiana	4.176	24,0
G. altro	201	1,2
Totale indicazioni	17.424	

IL PROGETTO DI ORIENTAMENTO E DI FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI - AREA CHIMICA

PREMESSA

Nei contributi precedenti e, in particolare, in quello di Nicola Vittorio, è stato presentato il quadro generale dell'andamento degli studi scientifici universitari con particolare riferimento:

- al problema della diminuzione delle vocazioni per gli studi scientifici;
- alla percezione negativa che gli studenti hanno delle discipline scientifiche e delle modalità del loro insegnamento nella scuola;
- al ruolo inadeguato svolto dalla scienza nella cultura e nel sistema produttivo;
- ai bassi livelli di conoscenza scientifica, fra adulti e studenti, in Italia rispetto ad altri Paesi.

Inoltre è stato fornito il quadro generale delle attività del Progetto «Lauree Scientifiche», che di seguito sarà indicato con la sigla PLS. In questo contributo, dopo aver fornito alcune informazioni preliminari sulla organizzazione e distribuzione degli studi universitari di Chimica, esamineremo la situazione dal punto di vista degli studenti, esplorando le loro aspettative e i loro dubbi relativamente allo studio della chimica. Successivamente, vedremo come gli obiettivi e le azioni del progetto nazionale cercano di rispondere alle aspettative degli studenti.

1 • I CDL IN CHIMICA

Nel corrente A.A. 2006-07 sono 32 le sedi universitarie ad aver attivato Corsi di Laurea in classe 21 Scienze e Tecnologie Chimiche, per un totale di 61 corsi di studio. Questi possono essere ripartiti in cinque diverse tipologie:

- 32 di tipo generalista, le cui denominazioni sono del tipo Chimica o Scienze e Tecnologie Chimiche;
- 11 rivolti alla chimica industriale, per lo più denominati Chimica Industriale;
- 8 rivolti alla chimica dei materiali, con nome Scienza dei Materiali o Chimica dei Materiali;

di
Ulderico Segre
Dipartimento
di Chimica,
Università
di Modena
e Reggio Emilia,
Coordinatore
Nazionale PLS-
Chimica

**Ugo
Cosentino**
Dipartimento
di Scienze
dell'Ambiente
e del Territorio,
Università
di Milano
«Bicocca»

- 6 rivolti alla chimica applicata, con nome Chimica Applicata o con denominazioni specifiche;
- 4 rivolti alla chimica ambientale.

L'offerta formativa di secondo livello è costituita da 41 Corsi di Laurea specialistica in classe 62/S Scienze Chimiche in 32 sedi e 15 Corsi di Laurea specialistica in classe 81/S Scienze e Tecnologie per la Chimica Industriale in 13 sedi. Tutti i Corsi di Laurea Specialistica sono attivati presso sedi che hanno almeno un Corso di Laurea Triennale in classe 21. Complessivamente, i Corsi di studio di area chimica sono 118 presso 32 sedi universitarie. Il numero minimo dei Corsi per sede è due e il numero massimo è otto (Bologna e Roma «La Sapienza»).

Se confrontiamo con l'offerta formativa nell'A.A. 1999-2000 (prima della riforma Berlinguer), vediamo che essa consisteva in 54 Corsi di studio (29 Corsi di Laurea in Chimica, 12 Corsi di Laurea in Chimica Industriale e 13 Corsi di Diploma Universitario). Oltre a questi Corsi di studio, occorre ricordare la presenza dei Corsi di Laurea in Scienza dei Materiali, che nel vecchio ordinamento erano regolati da una specifica Tabella, distinta da quelle di Chimica e di Fisica. Nel 1999-2000 erano attivi 5 Corsi di Laurea e 10 Diplomi Universitari in Scienza dei Materiali. Vediamo quindi che, almeno per quanto riguarda la chimica, in termini numerici l'offerta formativa rivolta ai diplomati non è sostanzialmente cresciuta passando dal vecchio al nuovo ordinamento, mentre si è accresciuta la sua varietà.

Non è possibile, ovviamente, delineare il profilo caratteristico della «matricola di Chimica». Tuttavia possiamo esaminare i valori di alcuni parametri indicativi che vengono forniti dall'Ufficio Statistico del Ministero, confrontandoli con quelli degli altri Corsi di studio oggetto del PLS e con quelli dell'insieme degli studenti. Gli ultimi dati disponibili fanno riferimento agli immatricolati nel 2005 e riportano i numeri degli immatricolati divisi per fascia di voto di maturità e per scuola di provenienza. Le distribuzioni percentuali relative sono riportate nelle Tabelle 1.1 e 1.2.

Tabella 1.1 • Distribuzione percentuale degli immatricolati nell'anno 2005 per fascia di voto di maturità

	60-69	70-79	80-89	99-100	Totale
Classe di Scienze e Tecnologie Chimiche	24	23	19	34	100
Classe di Scienze e Tecnologie Fisiche	15	18	18	49	100
Classe di Scienze Matematiche	17	17	17	49	100
Facoltà di Scienze	24	24	20	32	100
Facoltà di Ingegneria	16	20	21	43	100
Totale nazionale	28	25	20	27	100

In termini numerici l'offerta formativa rivolta ai diplomati non è sostanzialmente cresciuta passando dal vecchio al nuovo ordinamento, mentre si è accresciuta la sua varietà

Tabella 1.2 • Distribuzione percentuale degli immatricolati nell'anno 2005 per scuola di provenienza

	Profess. & Tecnico	Scientifico	Classico	Altro	Totale
Classe di Scienze e Tecnologie Chimiche	30	45	14	11	100
Classe di Scienze e Tecnologie Fisiche	22	61	12	6	100
Classe di Scienze Matematiche	26	56	8	10	100
Facoltà di Scienze	32	44	12	12	100
Facoltà di Ingegneria	45	47	5	4	100
Totale nazionale	40	29	12	19	100

Il voto di maturità medio della matricola di Chimica è maggiore della media nazionale e corrisponde al voto medio delle matricole della Facoltà di Scienze nel suo insieme, mentre il voto medio delle matricole di Fisica e Matematica è di qualche punto superiore e corrisponde al voto medio delle matricole della Facoltà di ingegneria. Dal punto di vista della scuola di provenienza, vediamo che per le matricole di Chimica si ha una distribuzione più uniforme che per le matricole di Fisica e Matematica, per le quali è netta la prevalenza dei diplomati provenienti dal Liceo Scientifico.

D'altra parte, è importante anche cercare di focalizzare alcuni dati riguardo gli sbocchi occupazionali per i laureati in Chimica. Si può fare riferimento a tre diverse fonti:

- (i) le annuali rilevazioni del consorzio AlmaLaurea;
- (ii) una indagine sui fabbisogni formativi delle aziende, condotta da ISTUD e sviluppata per il PLS nell'ambito dei progetti relativi alla formazione triennale, e ricordati nel contributo di Nicola Vittorio;
- (iii) una indagine sulla condizione occupazionale dei laureati in Chimica e Chimica Industriale condotta qualche anno fa dalla Conferenza Nazionale dei Presidenti dei Corsi di Laurea in Chimica.

Nel corso del Convegno di AlmaLaurea tenutosi a Siena (24 e 25 maggio 2007) sono stati presentati i risultati della recente indagine sul Profilo dei laureati 2006¹. I dati mostrano (Tabella 1.3), in particolare, che la percentuale di laureati che cercano di entrare stabilmente nel mondo del lavoro è assai ridotta, dato che vi è una fortissima tendenza dei laureati triennali a proseguire gli studi

Nel corso del Convegno di Alma Laurea tenutosi a Siena (24 e 25 maggio 2007) sono stati presentati i risultati della recente indagine sul Profilo dei laureati 2006

1. E. Franzini e U. Segre in *IX Profilo dei laureati italiani. La riforma allo specchio* a cura del Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea, ed. Il Mulino 2007. I dati completi sono sul sito di Alma Laurea <http://www.alma laurea.it>

nel percorso di 2° livello, attualmente la Laurea Specialistica. Una parte di essi conciliano studio e lavoro, ma in questi casi si tratta per lo più di lavori temporanei. Per l'insieme complessivo dei laureati triennali in tutte le classi, il 66,0% intende proseguire nella laurea specialistica. La percentuale cresce all'83,2% per i laureati nella Classe di Scienze e Tecnologie Chimiche, e raggiunge l'87,6 quando si considerino solamente i laureati cosiddetti «puri», cioè quelli che hanno iniziato il loro percorso universitario con il nuovo ordinamento.

Tabella 1.3 • Valori dei parametri per le classi di laurea del Progetto «Lauree Scientifiche»

Classe di laurea	21	25	32
Età anagrafica alla Laurea	23,9	23,7	24,0
Parere positivo per l'efficacia della Laurea	32,7%	38,6%	32,3%
Iscrizione alla Laurea Specialistica	83,0%	90,8%	85,9%

L'indagine di Alma Laurea è condotta su un campione rappresentativo dell'universo dei laureati ed estendendone i risultati se ne ricava che non più di 500 laureati triennali della classe hanno trovato una occupazione dal 2004 a oggi. Una quota consistente di questi è formata da laureati che hanno iniziato il loro percorso universitario nell'ordinamento precedente alla introduzione della laurea triennale, indicati nelle relazioni di AlmaLaurea come laureati «ibridi». La loro situazione non può quindi contribuire a fornire indicazioni riguardo il futuro occupazionale dei laureati triennali «puri» interamente formati nel nuovo ordinamento didattico. I laureati triennali in Chimica sono quindi un insieme piuttosto limitato e perciò al momento difficilmente analizzabile.

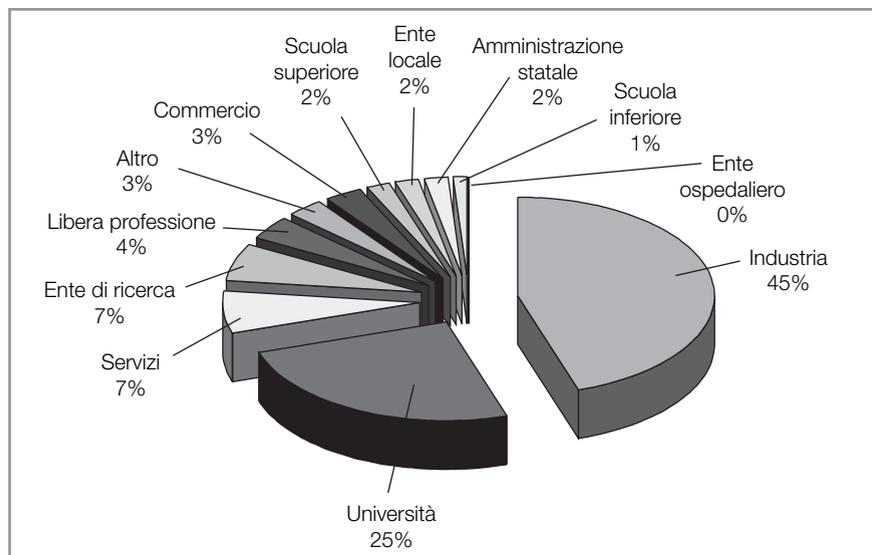
Ulteriori informazioni riguardo le caratteristiche degli ambiti occupazionali dei laureati in Chimica possono essere ottenute facendo riferimento all'indagine sulla condizione occupazionale dei laureati in Chimica e Chimica Industriale condotta da Sandro Torroni per la Conferenza Nazionale dei Presidenti dei Corsi di Laurea in Chimica nel 2000. L'indagine fu condotta attraverso la distribuzione di un questionario ai laureati negli anni 1995-1999. Nei cinque anni presi in esame, i laureati in Chimica e in Chimica Industriale sono stati circa 7600. A fronte di 5300 lettere spedite sono ritornate 1052 risposte, pari al 13% dei laureati, che può essere considerato un campione abbastanza rappresentativo². Vengono riportati qui in forma grafica (Figure 1a-d) alcuni risultati dell'indagine riguardo la distribuzione degli occupati nelle diverse

L'indagine di AlmaLaurea è condotta su un campione rappresentativo dell'universo dei laureati ed estendendone i risultati se ne ricava che non più di 500 laureati triennali della classe hanno trovato una occupazione dal 2004 a oggi

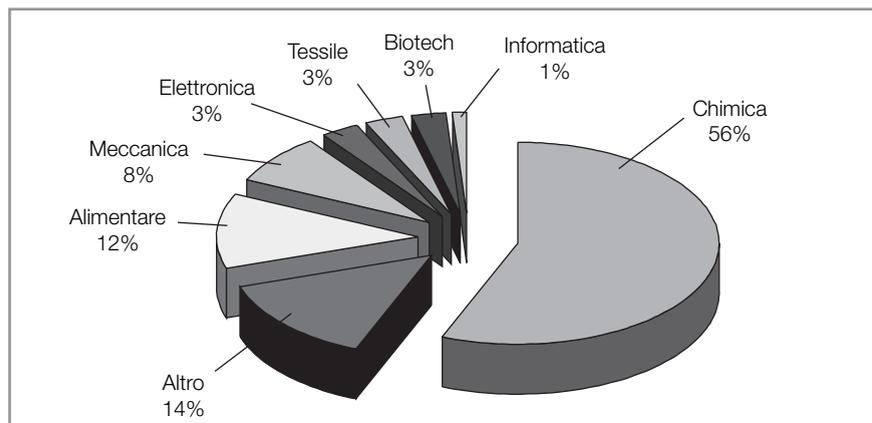
2. Il rapporto completo dell'indagine è pubblicato sul sito della Conferenza Nazionale dei Corsi di studio in Chimica <http://www.con-chimica.unimore.it>

situazioni lavorative. Il principale datore di lavoro risulta essere l'industria, e nell'industria ovviamente prevale l'industria chimica, che però complessivamente occupa poco più di un quarto dei laureati. L'attività prevalente per gli occupati è, in base alle loro dichiarazioni, nell'ambito della ricerca e tecnico.

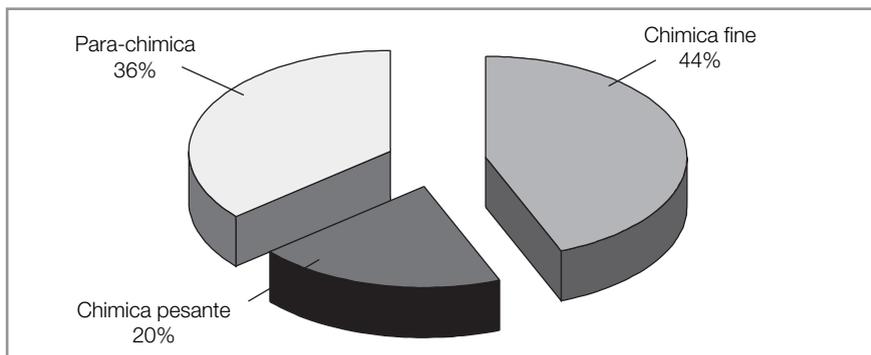
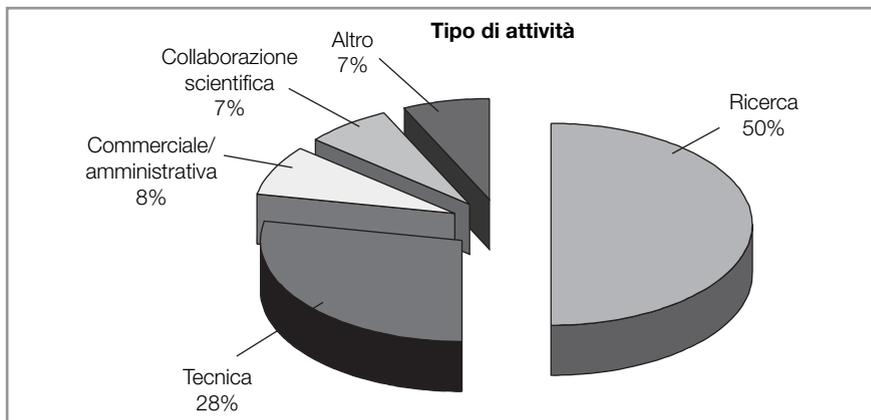
▼ **Figura 1a** • Distribuzione % media sui cinque anni dell'occupazione nei vari enti di impiego



▼ **Figura 1b** • Distribuzione % media nei cinque anni dell'occupazione fra i vari tipi di industria



L'attività prevalente per gli occupati è, in base alle loro dichiarazioni, nell'ambito della ricerca e tecnico

▼ **Figura 1c** • Distribuzione % degli occupati in base al tipo di industria chimica▼ **Figura 1d** • Distribuzione % degli occupati in base al tipo di attività svolta

In occasione della edizione 2006 dei Giochi della Chimica è stato distribuito agli studenti partecipanti un questionario volto a rilevare le loro opinioni sugli studi universitari di chimica

2 • LE ASPETTATIVE DEGLI STUDENTI

In occasione della edizione 2006 dei Giochi della Chimica è stato distribuito agli studenti partecipanti un questionario volto a rilevare le loro opinioni sugli studi universitari di chimica³. Sono state raccolte le risposte a oltre 3500 questionari, e la loro analisi ha portato ad alcune interessanti considerazioni:

- a) riguardo le informazioni che si vorrebbe avere sui Corsi di Laurea scientifici, la curiosità è centrata più sulle prospettive lavorative (69%) che sulla organizzazione didattica (31%);

3. U. Segre, *Opinioni degli studenti di scuola superiore sui corsi di laurea scientifici*, 2006, «Chimica e Industria», 88, (9), pp. 24-27.

- b) l'aspetto negativo dei Corsi di Laurea scientifici sembra essere la difficoltà degli studi (44%), ma gli studenti sono anche molto preoccupati per la difficoltà a trovare lavoro (42%);
- c) riguardo gli aspetti positivi del Corso di Laurea, gli studenti sono attratti in particolare dalla possibilità di girare il mondo in centri di ricerca (49%), mentre gli interessi culturali hanno una rilevanza minore (21%);
- d) interrogati su come potrebbero essere stimolate le iscrizioni ai Corsi di Laurea in Chimica, l'opinione prevalente è quella di avere una conoscenza diretta, attraverso degli stage, delle attività di ricerca (40%) e di dare un maggior peso all'aspetto pratico nell'insegnamento (32%). Scarso peso viene invece dato alle tradizionali attività di divulgazione attraverso conferenze, trasmissioni televisive o pubblicazioni (11%). È anche auspicato (9%) un maggior coinvolgimento da parte dei docenti della scuola;
- e) alla domanda se intendano iscriversi a un Corso di Laurea in Chimica, meno del 20% dà una risposta positiva, mentre la metà degli studenti è ancora incerta.

I partecipanti ai Giochi della Chimica sono divisi in tre categorie, che corrispondono rispettivamente al primo biennio, al secondo triennio degli istituti «non specializzati in chimica» e al secondo triennio degli istituti a indirizzo chimico. Le indicazioni più interessanti che possono essere ottenute da questa ulteriore analisi riguardano la maggiore propensione per l'iscrizione ai Corsi di Laurea in Chimica da parte dei ragazzi frequentanti gli istituti a indirizzo chimico e nello stesso tempo la loro più elevata preoccupazione per la difficoltà degli studi, risultato questo che può apparire sorprendente, ma indica probabilmente una certa consapevolezza per le carenze che sovente gli studenti provenienti dagli istituti tecnici provano a livello universitario nei confronti degli aspetti più teorici dello studio della chimica.

In conclusione, dall'insieme di queste analisi, sembra che sia molto importante una azione di informazione degli studenti riguardo le possibilità di lavoro per i laureati in Chimica, unitamente a uno sforzo congiunto di Scuola e Università per aumentare le attività di laboratorio durante gli studi superiori, e offrire agli studenti la possibilità di effettuare degli stage per avvicinarli al mondo della ricerca scientifica. Il Progetto «Lauree Scientifiche», nelle sue varie articolazioni, punta effettivamente a dare una prima risposta a queste esigenze.

3 • IL PROGETTO NAZIONALE

3.1 • Le azioni

L'obiettivo generale del Progetto è quello di avviare una attività coordinata di orientamento nei confronti degli studenti del triennio delle scuole secondarie di secondo grado, attraverso diverse tipologie di azione che coinvolgano attivamente

È molto importante informare gli studenti riguardo le possibilità di lavoro per i laureati in Chimica, unitamente a uno sforzo congiunto di Scuola e Università per aumentare le attività di laboratorio durante gli studi superiori

anche i loro insegnanti. Questo deve avvenire offrendo agli studenti l'opportunità di conoscere problemi e temi rilevanti della chimica, possibilmente in collegamento con le altre discipline scientifiche e con il mondo delle imprese e delle professioni. Come abbiamo visto, le principali aspettative degli studenti riguardano la possibilità di svolgere a scuola una attività sperimentale diretta (non semplicemente dimostrativa), di conoscere di persona il mondo dell'università e della ricerca e di avere notizie sugli sbocchi lavorativi cui la laurea dà accesso. D'altra parte, la preparazione degli insegnanti in generale non è sufficiente a rispondere a queste aspettative, sia per mancanza di informazioni dirette sia per carenze metodologiche che possono inibire il docente rispetto alla responsabilità di organizzare e gestire un laboratorio didattico di chimica in cui gli studenti operino direttamente. La partecipazione degli insegnanti alle attività di orientamento, in particolare alle attività di laboratorio organizzate nell'ambito del Progetto, costituisce di per sé un elemento di sviluppo professionale degli insegnanti e di stimolo alla ricerca didattica. Il rapporto temporale tra le due azioni (orientamento degli studenti e formazione degli insegnanti) non è stato definito a priori. Come si potrà vedere in seguito, presso alcune unità operative le due azioni sono state avviate assieme, mentre in altri casi si è pensato che la formazione dovesse essere preliminare, così che l'orientamento potesse essere svolto direttamente dagli insegnanti, e in altri casi le attività di formazione sono state viste come un momento di analisi critica di quanto fosse già stato fatto come orientamento e quindi sono avvenute in seguito. Il Progetto nazionale, pertanto, ha individuato tre linee di azione principali.

Il rapporto temporale tra le due azioni (orientamento degli studenti e formazione degli insegnanti) non è stato definito a priori

Linea d'azione 1: Corsi sperimentali di laboratorio di Chimica per studenti

Ciascuna iniziativa in questa linea di azione ha gli obiettivi di:

- progettare, sperimentare e realizzare laboratori di chimica per gli studenti delle scuole superiori;
- realizzare nuovi materiali, oppure raccogliere e adattare materiali esistenti per la comunicazione e la didattica della chimica, da utilizzare nei laboratori;
- formare insegnanti delle scuole e metterli in grado di svolgere autonomamente i laboratori e altre attività analoghe;

Linea d'azione 2: Corsi di formazione e aggiornamento per insegnanti di scienze

Ciascuna iniziativa in questa linea di azione ha l'obiettivo di contribuire alla formazione degli insegnanti di chimica, attraverso:

- progettazione, esecuzione e valutazione di attività didattica di laboratorio da parte degli studenti;
- aggiornamento di insegnanti su nuove metodologie didattiche;

Linea d'azione 3: Esperienze dimostrative e conferenze, visite di studenti ai laboratori universitari

Le iniziative in questa linea di azione hanno l'obiettivo di avvicinare gli studenti agli aspetti sperimentali, fondamentali per le materie chimiche, e alle tematiche attuali di ricerca in campo chimico.

Il Progetto nazionale, tuttavia, non ha escluso che le unità operative locali potessero sviluppare anche delle attività che non rientrassero strettamente nelle linee di azione indicate.

Il Progetto ha anche degli obiettivi collaterali rispetto all'obiettivo centrale di orientamento e formazione e che hanno a che fare con i rapporti tra i diversi attori presenti:

- i. Stimolare un più generale interessamento da parte delle Facoltà di Scienze e Tecnologie alle problematiche della didattica disciplinare nelle scuole.
- ii. Contestualmente agli obiettivi sopra indicati, migliorare la capacità del Sistema Universitario, del Sistema Scolastico e del Sistema delle Imprese di collaborare per il miglioramento e l'integrazione dei processi formativi di rispettiva competenza. Sperimentare, documentare e valutare modelli innovativi di azioni congiunte di Università, Scuola e Imprese.
- iii. Avviare una generalizzata modifica nelle Facoltà di Scienze e Tecnologie e negli Istituti scolastici del modo di intendere sia l'orientamento preuniversitario, sia la formazione in servizio dei docenti di chimica, fisica e matematica, sia il sistema dei rapporti Università-Scuola. Sviluppare in tutti i partecipanti una forte comune consapevolezza del compito che si sta svolgendo e della sua portata generale.

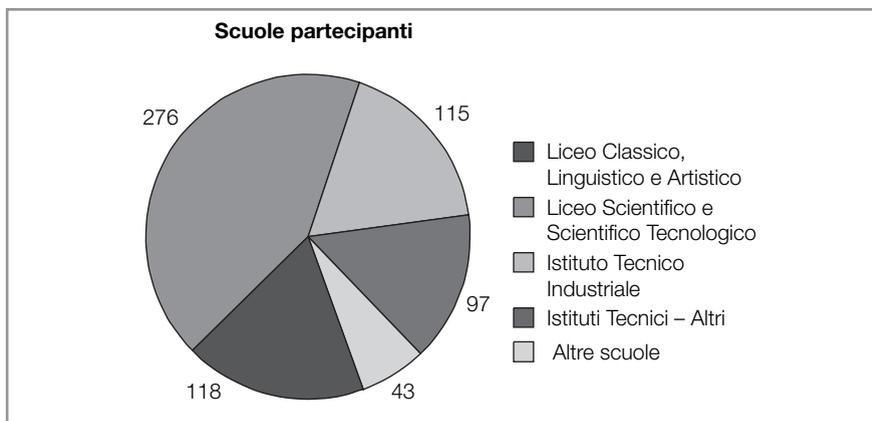
Infine, vogliamo porre in particolare evidenza il carattere sperimentale del Progetto: l'obiettivo **centrale** del Progetto non poteva essere quello di svolgere in maniera sistematica attività di orientamento e formazione verso l'insieme degli studenti e degli insegnanti di scienze delle scuole superiori, date le risorse limitate in termini finanziari ed umani. Obiettivo centrale era quello di sperimentare presso le diverse unità operative attività di orientamento e formazione, in modo coordinato ma essenzialmente libero di seguire le modalità che la sede riteneva essere più opportune, anche in relazione alle particolari condizioni locali.

3.2 • I numeri complessivi

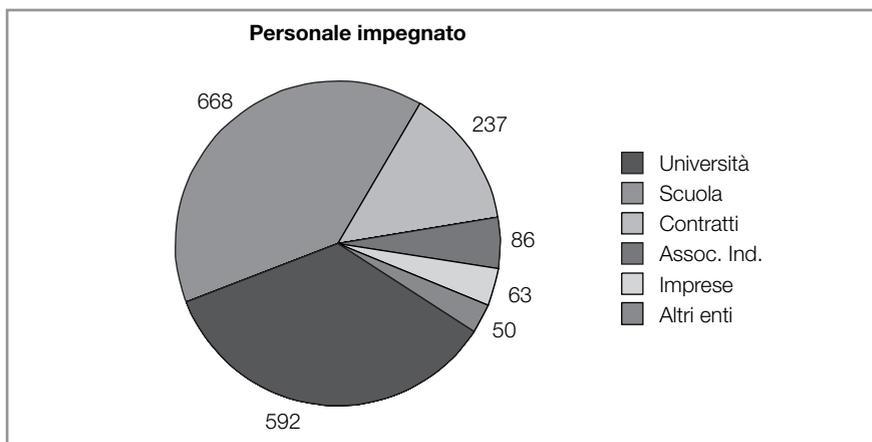
Nel contributo di Nicola Vittorio sono riportati i numeri complessivi relativi ai quattro Progetti di Orientamento. Qui sono riportati in forma grafica (Figure 2a-c) alcuni dati relativi al Progetto dell'area Chimica e nelle tabelle i dati analitici. L'elenco delle unità operative locali, con i nomi dei coordinatori e i dipartimenti di afferenza sono riportati nella Tabella 1.4. I dati principali del Progetto e il numero e tipo di enti coinvolti sono riportati, per ciascuna sede, nelle Tabelle 2.1 e 2.2. In Tabella 2.3 sono riportate le ore di impegno complessive del personale, suddiviso per tipologia e per anno del Progetto: il dettaglio delle singole sedi per anno di progetto è riportato nelle Tabelle 2.4 e 2.5.

Obiettivo centrale era quello di sperimentare presso le diverse unità operative attività di orientamento e formazione, in modo coordinato ma essenzialmente libero di seguire le modalità che la sede riteneva essere più opportune

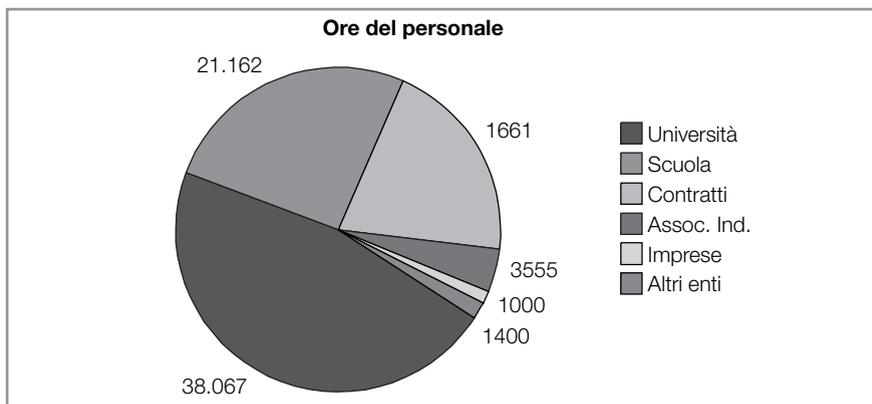
▼ **Figura 2a** • Tipologia delle scuole partecipanti al Progetto



▼ **Figura 2b** • Distribuzione del personale partecipante al Progetto a seconda della categoria



▼ **Figura 2c** • Impegno in ore del personale nel primo anno del Progetto



In Tabella 3.1 è riportato il numero di scuole, studenti e insegnanti coinvolti nel Progetto per le singole sedi; il numero di studenti e insegnanti che hanno effettuato la compilazione dei questionari è riportato in Tabella 3.2; le risposte percentuali ottenute complessivamente per tutte le sedi, nelle Tabelle 3.3 (questionari studenti) e 3.4 (questionari insegnanti).

Il numero di ore di impegno complessivo per questo progetto è minore di quello degli altri due Progetti disciplinari (101.578 ore per la Fisica e 93.080 ore per la Matematica), in particolare per quanto riguarda il numero di ore di impegno per i docenti di ruolo della Scuola (rispettivamente 20.157, 32.258, 49.360 per i tre Progetti di Chimica, Fisica e Matematica). L'impegno maggiore nel Progetto di Chimica risulta essere quello dei dipendenti universitari (docenti e personale non docente). È importante tuttavia notare, come si vede dalle tabelle successive, che risulta economicamente a carico del Progetto meno del 30% del monte ore impegnato, e quindi oltre il 70% dell'impegno del personale universitario nelle attività del Progetto è a titolo gratuito (questa percentuale arriva all'80% quando si consideri il solo personale docente). Dal punto di vista dell'impegno complessivo, dopo il personale dell'Università viene il personale della Scuola (docenti e personale non docente) e il personale assunto a contratto. Anche per il personale della Scuola solo una parte minoritaria dell'impegno orario è compensato economicamente dal progetto. Il personale dipendente da imprese, associazioni industriali e altri enti assomma un impegno orario di circa 1.500 ore, che peraltro è quasi totalmente a carico degli enti.

La scarsa partecipazione al Progetto, sia in termini assoluti sia in termine di ore, da parte del personale esterno al mondo dell'istruzione è stato sicuramente un punto critico del Progetto. Una situazione analoga, anzi ancora più marcata, si riscontra nei Progetti di Fisica e Matematica, mentre la partecipazione privata risulta percentualmente più elevata nel Progetto di Scienza dei Materiali, che tocca però anche aspetti, quali lo stage, di più diretto interesse per le aziende. In generale, la collaborazione con le associazioni industriali e, nel caso particolare della Chimica, con Federchimica ha avuto modalità ed esiti di notevole interesse, come di seguito riportato, soprattutto nel campo delle attività rivolte all'orientamento. Tuttavia, solo in pochi casi e per lo più sulla base di canali e contatti già consolidati, è stato possibile raggiungere le singole aziende e coinvolgerle nelle attività del Progetto rivolte alla diffusione fra i giovani del patrimonio di conoscenze ed esperienze delle aziende chimiche, strettamente connesso alle teorie e alle tecniche che essi studiano a scuola. La scarsa partecipazione delle aziende a questo tipo di attività appare indice di una distanza fra il mondo dell'impresa e quello della formazione (Scuola e Università) che dovrà e potrà essere colmata anche attraverso la riproposizione di progetti comuni, quali quelli rappresentati dal PLS.

Va infine segnalato come le prestazioni del personale dipendente svolte all'interno delle azioni del Progetto e non compensate costituiscono una sorta di

La scarsa partecipazione delle aziende a questo tipo di attività appare indice di una distanza fra il mondo dell'impresa e quello della formazione (Scuola e Università) che dovrà e potrà essere colmata anche attraverso la riproposizione di progetti comuni

«cofinanziamento virtuale» o occulto che va ad aggiungersi al finanziamento monetario palese. Occorre anche considerare che l'uso di strutture, attrezzature, materiali di consumo corrisponde a un'altra fonte di cofinanziamento occulto a carico dei singoli Dipartimenti, di importo difficilmente quantificabile⁴.

4 • LE ATTIVITÀ LOCALI

I 29 Progetti locali interessano tutte le sedi universitarie in cui è presente un Corso di Laurea in Chimica, con le eccezioni delle Università del Piemonte Orientale, di Siena e dell'Aquila: l'elenco completo delle unità operative locali è riportato nella Tabella 1.4.

Le unità locali hanno sviluppato le linee d'azione indicate precedentemente. Tutte le unità hanno svolto le attività di laboratorio con gli studenti, anche se in tempi, modalità e intensità assai diversificata. In molti casi, alle attività di laboratorio con gli studenti sono stati associati dei corsi di formazione per gli insegnanti. In alcuni casi i corsi di formazione sono stati preliminari ai laboratori, e hanno costituito il momento progettuale di questi ultimi. In altri casi i corsi sono stati successivi ai laboratori e hanno anche avuto lo scopo di disseminare presso altri insegnanti le esperienze che erano state sviluppate con gli studenti dagli insegnanti che avevano partecipato direttamente ai laboratori. Pertanto, sia durante i laboratori sia durante i corsi di formazione è stato messo a punto un gran numero di esperienze didattiche, con la connessa documentazione.

Non si può in questa sede dare una descrizione delle molte attività laboratoriali svolte. A titolo esemplificativo, in appendice al presente contributo, viene riportato un significativo, ancorché incompleto, elenco delle attività laboratoriali svolte, con riferimento alla sede che li ha realizzati. Nella stessa appendice sono poi presentate due esperienze che possono essere considerate rappresentative dell'approccio seguito da tutte le sedi nella realizzazione delle attività. Per rendere disponibile alle altre sedi universitarie e alle scuole interessate l'insieme del materiale didattico prodotto è previsto di inserire l'elenco completo delle esperienze, insieme ai relativi siti Internet, in una pagina web del sito nazionale del PLS per la Chimica. Le persone interessate potranno prendere contatto con i responsabili locali per avere ulteriori informazioni.

5 • LE ATTIVITÀ NAZIONALI

Le azioni nazionali del Progetto di Chimica prevedono il coordinamento generale del progetto e lo sviluppo di attività di orientamento a carattere nazionale.

4. U. Segre, *Il progetto lauree scientifiche e le sue azioni per la chimica*, 2006, «Chimica e Industria», 88, (9), pp. 44-47.

A titolo esemplificativo viene riportato un significativo, ancorché incompleto, elenco delle attività laboratoriali svolte, con riferimento alla sede che li ha realizzati

L'azione di coordinamento generale ha avuto principalmente la funzione di raccordo con la Commissione Nazionale del PLS presieduta dal prof. Nicola Vittorio e con il Comitato Tecnico Scientifico ministeriale. Dal punto di vista del coordinamento delle attività delle unità operative locali, essa è avvenuta attraverso lo scambio di informazioni nei due versi e l'organizzazione di incontri con i responsabili locali. In particolare, si sono avuti diversi incontri che hanno visto una larga partecipazione dei responsabili locali:

- Palermo, 8-10 dicembre 2005, XIV Congresso della Divisione Didattica della SCI;
- Roma, 22 febbraio 2006, riunione dei responsabili locali delle quattro aree del PLS;
- Firenze, 10-15 settembre 2006, XXII Congresso della Società Chimica Italiana e Congresso della Divisione Didattica della SCI;
- Milano, 3-4 luglio 2007, riunione conclusiva del Progetto di Chimica, con la partecipazione di tutti i responsabili locali;
- Genova, 7-9 dicembre 2007, XV Congresso della Divisione Didattica della SCI.

Una parte molto consistente dell'attività di coordinamento è stata dedicata al monitoraggio del Progetto, in collaborazione con Polo per la Qualità nella Scuola. Il monitoraggio continuo è una parte essenziale di un progetto di grandi dimensioni come il nostro, che ha realizzato un sistema di immissione *on-line* dei dati inerenti le attività realizzate nelle varie sedi. Questo sistema permette di avere in modo ordinato molte informazioni sui progetti locali, altrimenti difficilmente reperibili, nonché un archivio storico delle attività e dei risultati ottenuti. È possibile in tal modo monitorare costantemente lo stato di avanzamento delle attività dei singoli progetti locali, anche allo scopo di un confronto fra le diverse metodologie adottate localmente per metterne in evidenza la diversa efficacia.

La seconda azione ha riguardato la produzione di materiale di orientamento specifico per l'area Chimica e distinto da quello sviluppato nella parte comune del Progetto «Lauree Scientifiche». La scelta di avere prodotti specifici destinati all'orientamento è basata sulla specificità della chimica rispetto alle altre discipline del Progetto, legata anche all'esistenza di una importante interfaccia che la scienza chimica ha con l'industria. Il fatto che l'industria chimica abbia una scienza strettamente a lei legata (e, viceversa, la scienza chimica ha un'industria che in molte circostanze può realizzare quanto essa sviluppa) fa sì che l'interazione tra i due mondi nell'ambito della formazione possa essere più diretta. Le attività di orientamento sono state progettate e vengono realizzate congiuntamente alla Direzione Centrale per Analisi Economiche e Internazionalizzazione di Federchimica (direttore dott. Vittorio Maglia) e con la collaborazione della prof.ssa Livia Mascitelli per conto del Ministero.

Il fatto che l'industria chimica abbia una scienza strettamente a lei legata fa sì che l'interazione tra i due mondi nell'ambito della formazione possa essere più diretta

Si è deciso di puntare su:

- a. produzione di prodotti informativi rivolti agli studenti e agli insegnanti delle scuole superiori per favorire la conoscenza delle diverse realtà lavorative per laureati chimici, attraverso la produzione di guide specifiche per gli studenti e gli insegnanti;
- b. realizzazione di un video promozionale;
- c. produzione di guide informative rivolte ad aziende che siano disponibili a visite di scuole.

Queste attività hanno portato alla realizzazione di due guide. La prima, *Chimica: una buona scelta*, è rivolta principalmente a studenti e insegnanti della scuola superiore ed è stata stampata in decine di migliaia di copie per renderla disponibile in numero sufficiente a chiunque voglia utilizzarla e distribuirla nei momenti di promozione della conoscenza della chimica nelle scuole. Questa guida vuole essere uno strumento per aiutare il ragazzo che sta decidendo quali studi universitari intraprendere e, nello stesso tempo, si propone come strumento semplice di informazione sul ruolo della chimica e della sua industria. La seconda guida, *Costruirsi un futuro nell'industria chimica*, è invece rivolta principalmente agli studenti dei corsi di laurea universitari, anche se può risultare utile agli insegnanti delle scuole medie superiori che vogliono ampliare la loro conoscenza delle realtà lavorative nella industria chimica.

È stato inoltre realizzato un breve video, della durata di circa 5 minuti, dal titolo *Vivere senza Chimica?*, scritto e diretto da Marco Scordo e prodotto dalla Show Biz srl. Il video è molto semplice e vuole trasmettere allo spettatore un semplice messaggio: molte volte dimentichiamo che gli oggetti che utilizziamo ogni giorno esistono grazie alla chimica perché la chimica è indispensabile per la vita di oggi e domani. I prodotti sono disponibili per chi ne faccia richiesta alla Direzione Centrale AEI di Federchimica (e-mail AEI.FEDERCHIMICA@federchimica.it).

I prodotti informativi rivolti alle aziende non sono ancora stati realizzati, ma sono state individuate le competenze esterne necessarie alla loro realizzazione e saranno pronti nei prossimi mesi.

Vale la pena di ricordare in questa sede altre iniziative che coinvolgono Federchimica nella formazione a livello universitario, e che sono state agevolate dal clima di proficua collaborazione instauratosi con il PLS. Si tratta del Progetto Federchimica Stage, consistente in una banca dati delle possibilità di stage presso le aziende associate, sia per studenti sia per neolaureati. Inoltre Federchimica e le sue Associazioni di Settore, in collaborazione con la Società Chimica Italiana e la Conferenza Nazionale dei Presidenti dei Corsi di Studio in Chimica, hanno promosso un bando per premi di tesi di Laurea Specialistica in discipline chimiche, al fine di consolidare il rapporto tra industria chimica e i corsi di laurea in discipline chimiche.

Questa guida vuole essere uno strumento per aiutare il ragazzo che sta decidendo quali studi universitari intraprendere e, nello stesso tempo, si propone come strumento semplice di informazione sul ruolo della chimica e della sua industria

6 • PROSPETTIVE FUTURE

Il Progetto «Lauree Scientifiche» nei suoi due anni di vita ha svolto una serie di azioni coordinate che avevano come obiettivo quello di sperimentare e confrontare attività di orientamento che non si limitassero ad affrontare superficialmente il problema delle vocazioni scientifiche, ma intervenissero nelle modalità di insegnamento, attraverso la collaborazione attiva degli insegnanti. Le considerazioni svolte in questo numero degli «Annali della Pubblica Istruzione» riguardo i presupposti di base del Progetto, le modalità di attuazione e i risultati ottenuti indicano che l'approccio seguito è stato generalmente apprezzato e ha dato risultati positivi, sia nell'immediato sia in prospettiva, grazie alla rete che si è venuta a costruire tra Scuole, Università e Imprese e loro Associazioni.

È tuttavia evidente che gli sviluppi futuri, se vi saranno, del PLS non possono essere nel senso di prevedere un ampliamento del numero di scuole, docenti e studenti coinvolti in attività portate avanti con le medesime modalità organizzative. Il PLS è stato una attività sperimentale, e le modalità organizzative erano pensate per una attività sperimentale e non sistematica. Occorre che l'esperienza maturata con il PLS sia portata dentro alla didattica delle scuole, trovando una modalità organizzativa che non si basi sul contatto diretto tra Università e studenti della Scuola superiore, perché i numeri non consentono che questo contatto divenga una componente sistematica della didattica della Scuola. Gli studenti della Scuola superiore non possono, in massa, accedere ai laboratori universitari, e d'altra parte le Università non hanno l'attività di orientamento, per quanto importante essa sia, tra i suoi scopi istituzionali di base. Per poter inserire nella didattica delle scuole l'esperienza del PLS è essenziale che nella Scuola sia possibile insegnare la scienza attraverso il coinvolgimento diretto degli studenti in attività di laboratorio partecipato, così come è stato fatto nel PLS: occorre quindi che nelle Scuole vi siano i laboratori, che i laboratori siano attrezzati, e che i docenti siano messi nelle condizioni per poter utilizzare i laboratori. Questi tre punti sono stati individuati dal Gruppo di lavoro per sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica come punti nodali per un rilancio della didattica della scienza e quindi della cultura scientifica in Italia, come indicato dal prof. Luigi Berlinguer nel contributo conclusivo a questo fascicolo.

7 • APPENDICE

Come precedentemente illustrato, il Progetto Nazionale per l'Orientamento e la Formazione degli Insegnanti dell'area Chimica, si è sviluppato in 29 progetti locali lungo tre linee di azione principali.

Linea d'azione 1: Corsi sperimentali di laboratorio di Chimica per studenti.

Per poter inserire nella didattica delle scuole l'esperienza del PLS è essenziale che nella Scuola sia possibile insegnare la scienza attraverso il coinvolgimento diretto degli studenti in attività di laboratorio partecipato

Linea d'azione 2: Corsi di formazione e aggiornamento per insegnanti di scienze.
Linea d'azione 3: Esperienze dimostrative e conferenze, visite di studenti ai laboratori universitari.

Tutte le unità hanno svolto attività di laboratorio con gli studenti e, in molti casi, alle attività di laboratorio con gli studenti sono stati associati dei corsi di formazione per gli insegnanti. Conseguentemente, è stato messo a punto un gran numero di esperienze didattiche, con la connessa documentazione. In Tabella 4 è riportato un significativo, ancorché incompleto, elenco delle attività laboratoriali svolte, con riferimento alla sede che li ha realizzati.

In questa appendice verranno presentate, a titolo esemplificativo, due esperienze che possono essere considerate rappresentative dell'approccio seguito da tutte le sedi nella realizzazione delle attività svolte, rispettivamente, nell'ambito delle Linea 1 – *Corsi sperimentali di laboratorio di Chimica per studenti* e della Linea 2 – *Corsi di formazione e aggiornamento per insegnanti di scienze*.

In generale, tali attività sono state ideate e sviluppate nel corso di riunioni preliminari tenute tra i docenti universitari e gli insegnanti delle Scuole che avrebbero poi accompagnato gli studenti nelle attività di laboratorio. Ciascuna attività è stata preceduta da un incontro con gli studenti, tenuto presso le Scuole o presso l'Università, nel quale venivano richiamati alcuni concetti di base di chimica utili alla comprensione e alla realizzazione della sperimentazione e venivano presentati i contenuti teorici e gli aspetti pratici dell'esercitazione. Di seguito viene riportato il materiale didattico prodotto relativamente alle seguenti esperienze:

Linea 1 – *Corsi sperimentali di laboratorio di Chimica per studenti.*

Ricerca di tracce di sangue mediante luminolo (sede di Bologna).

Linea 2 – *Corsi di formazione e aggiornamento per insegnanti di scienze.*

Colorazione «selettiva» di tessuti: il simile colora il simile (sede di Parma).

7.1 • Ricerca di tracce di sangue mediante luminolo

Sede di Bologna

Responsabile locale PLS-Area Chimica: prof. Sandro Torroni

Responsabile corso laboratorio Chimica e Indagini di Polizia Scientifica: prof.ssa Dora Melucci

Sito web del progetto: <http://www.ciam.unibo.it/laureescientifiche/>

I dati dell'attività

Scuole partecipanti: 13.

Insegnanti partecipanti: 24.

Collaboratori (Docenti, Ricercatori, tecnici, contratti): 3.

Studenti partecipanti: 623.

Ciascuna attività è stata preceduta da un incontro con gli studenti, tenuto presso le Scuole o presso l'Università, nel quale venivano richiamati alcuni concetti di base di chimica utili alla comprensione e alla realizzazione della sperimentazione

Modalità di partecipazione degli studenti: classi intere.

Materiale didattico: di ogni attività è stato predisposto il materiale che è stato reso disponibile alle scuole.

Modalità di realizzazione

Lezioni frontali.

- 4 ore di lezioni frontali tenute dal Coordinatore Responsabile prevalentemente presso il Dipartimento di Chimica «G. Ciamician» e in alcuni casi presso le Scuole. Scopo di tale lezione era: stabilire un collegamento fra il programma scolastico di Chimica e gli argomenti trattati nelle esperienze di laboratorio proposte; illustrare le operazioni che gli studenti avrebbero svolto durante le esercitazioni nel laboratorio; fornire una prima introduzione al metodo scientifico di indagine.
- 4 ore di seminario tenuto dal dr. Marcello D'Elia, Direttore Tecnico Chimico – Sezione Laboratori Gabinetto Regionale di Polizia Scientifica per l'Emilia Romagna. Il seminario si è svolto in 4 repliche presso il Dipartimento di Chimica «G. Ciamician». Argomento: le tecniche chimiche utilizzate per le indagini di Polizia Scientifica. Scopo: mostrare agli studenti come la chimica possa essere applicata a importanti campi di interesse sociale.

Visite ai laboratori chimici della Polizia Scientifica di Bologna.

Attività sperimentale. 12 ore di attività sperimentale in laboratorio articolate come segue.

- 4 ore su ANALISI CHIMICHE QUALITATIVE. Gli studenti svolgono due esperienze. La prima esperienza qualitativa è dedicata alla ricerca di tracce di emoglobina e della proteina interferente perossidasi di rafano mediante test chemiluminescente al LUMINOLO (descritta in seguito nel dettaglio). La seconda esperienza qualitativa è dedicata alla separazione e riconoscimento di droghe (caffaina, codeina e diazepam) mediante cromatografia liquida su strato sottile (TLC).
- 8 ore su ANALISI CHIMICHE QUANTITATIVE. Gli studenti svolgono 2 esperienze. La prima esperienza quantitativa è dedicata alla ricerca e quantificazione di piombo e antimonio nei residui della sparo (bossoli e capsule di innesco di cartucce esplose) mediante spettrofotometria di assorbimento atomico in fiamma (AAS). La seconda esperienza quantitativa è dedicata alla separazione e quantificazione della caffeina in una soluzione in cui è presente anche paracetamolo mediante cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC). L'elaborazione statistica dei dati è svolta manualmente dagli alunni mediante foglio di calcolo predisposto dal Responsabile.

Pregi dell'attività

Insegnanti e alunni delle Scuole hanno dimostrato grande partecipazione. Lo scambio di informazioni con gli insegnanti delle Scuole è stato proficuo. I ra-

La prima esperienza qualitativa è dedicata alla ricerca di tracce di emoglobina e della proteina interferente perossidasi di rafano mediante test chemiluminescente al LUMINOLO

gazzi hanno dimostrato molta curiosità ma con una certa diffidenza ai primi approcci, grande interesse e spesso entusiasmo a percorso didattico completato. Gli insegnanti hanno rilevato spunti didattici molto utili per il loro lavoro.

Difetti e/o problemi dell'attività

L'unico problema riscontrato è stato il grande numero di studenti che hanno chiesto di partecipare al Progetto. Tale numero è risultato molto più elevato rispetto alla capienza soprattutto delle aule, ma anche dei laboratori. Per esempio, l'Aula Magna del Dipartimento di Chimica «G. Ciamician» ospita al massimo 250 persone e nel caso del seminario tenuto dalla Polizia Scientifica in una delle 4 edizioni non tutti gli studenti che avrebbero voluto assistere hanno potuto farlo. Nel caso delle esercitazioni qualitative (svolte da 566 alunni), la capienza massima del laboratorio era 40 studenti, il numero ottimale per la resa didattica era 20 ed è stato necessario ripetere tali esercitazioni 20 volte. Spesso il numero di partecipanti superava il numero ottimale. Nel caso delle esercitazioni quantitative (svolte da 157 alunni), la capienza massima del laboratorio era 15 studenti, il numero ottimale per la resa didattica era 10 ed è stato necessario ripetere tali esercitazioni 16 volte. In alcuni casi il numero di partecipanti ha superato il numero ottimale.

Descrizione dell'attività

Introduzione. Nel caso di reati cruenti, gli operatori della Polizia Scientifica hanno la necessità di rilevare la collocazione e la forma di eventuali tracce di sangue, allo scopo di stabilire la *condotta* del reo e raccogliere quindi elementi per identificarlo. Il test qui proposto permette questo tipo di indagine *qualitativa*. Esistono poi test sofisticati, sensibili e molto accurati, che possono mettere in relazione il sangue con la persona che l'ha perso, purché di questa sia noto il *DNA*. Tali test tengono conto dell'esistenza di *sostanze interferenti*, cioè sostanze che *non* provengono dal sangue ma danno lo stesso effetto osservato nel test qui descritto.

Di seguito vengono richiamati alcuni concetti base di chimica utili alla comprensione e alla realizzazione del test al luminolo che rappresenta l'oggetto di questa esperienza.

Richiamo di alcuni concetti di base

Il sangue. Il sangue è un fluido biologico. Non si tratta di una *soluzione* (che per definizione è *omogenea*), bensì di una *dispersione* di cellule (dimensione dell'ordine di μm , ovvero milionesimi di metro) e di *macromolecole* (per esempio proteine, dimensione dell'ordine di nm , ovvero miliardesimi di metro) in un liquido (*siero*) contenente acqua, sistemi di tamponamento del pH, sali minerali. Tra le *cellule* del sangue vi sono i *globuli rossi*, che devono il loro colore a una proteina, l'*emoglobina*. Tale proteina è costituita da una catena di *ammi-*

L'unico problema riscontrato è stato il grande numero di studenti che hanno chiesto di partecipare al Progetto. Tale numero è risultato molto più elevato rispetto alla capienza soprattutto delle aule, ma anche dei laboratori

noacidi e da un *gruppo prostetico* (la parte non amminoacidica), il quale contiene ferro nello stato di ossidazione II. Quando questo ferro si lega all'ossigeno, si ha colore rosso.

La luminescenza. *Luminescenza* vuol dire emissione di luce. Una reazione chimica si definisce *chemiluminescente* quando produce sostanze ad alto contenuto energetico (*eccitate*), le quali raggiungono uno stato stabile emettendo l'energia in eccesso sotto forma di *fotoni*, cioè di *luce*.

I composti organici. Si chiamano *composti organici* quei composti costituiti prevalentemente da carbonio, idrogeno, ossigeno, e in minor misura da azoto e zolfo, legati mediante *legami covalenti*. Tali legami possono essere *semplici* (per esempio, C–H, quando i due atomi legati condividono *una coppia di elettroni*) oppure *multipli*. Un esempio di legame multiplo è il *doppio legame* (per esempio, C=C). Le molecole organiche con legami multipli sono dette anche *insature*, ovvero si dice che contengono *insaturazioni*. Le molecole con elevato numero di *insaturazioni* hanno particolare capacità di interagire con i *fotoni*. La luce, ovvero i fotoni, può innescare reazioni chimiche, così come reazioni chimiche possono produrre fotoni.

Le proteine. Le *proteine* sono sostanze organiche naturali costituite da catene di *amminoacidi* aventi formula di struttura generica: $H_2N-CHR-COOH$ dove R è un simbolo che identifica un gruppo organico (esempi di R: R=H × amminoacido GLICINA; R=CH₃ × amminoacido ALANINA). Una catena proteica avrà una struttura del tipo:



Le ossidoriduzioni. Le *ossidazioni* sono reazioni chimiche nelle quali si ha passaggio di *elettroni* da sostanze che tendono a cederli (*riducenti*) e che nel cederli si *ossidano* (aumentano il proprio stato di ossidazione) a sostanze che tendono ad acquistarli (*ossidanti*) e che nell'acquistarli si *riducono* (diminuiscono il proprio stato di ossidazione).

I catalizzatori. Un *catalizzatore* è una sostanza in grado di aumentare la *velocità di reazione chimica*.

Il pH. L'acqua H₂O ha la naturale tendenza ad *autodissociarsi*, generando protoni H⁺ e ioni idrossido OH⁻. Le concentrazioni di tali *ioni* si misurano mediante l'opposto del logaritmo decimale del valore numerico della concentrazione molare:

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

Nell'acqua pura la concentrazione di H⁺ e quella di OH⁻ sono uguali a 10⁻⁷ mol l⁻¹ e il pH è uguale a 7. Nelle soluzioni *acide* la concentrazione di H⁺ è

Una reazione chimica si definisce *chemiluminescente* quando produce sostanze ad alto contenuto energetico (*eccitate*), le quali raggiungono uno stato stabile emettendo l'energia in eccesso sotto forma di *fotoni*, cioè di *luce*

maggiore di quella degli OH^- e il pH è minore di 7. Nelle soluzioni *basiche* (sinonimo: *alcaline*) la concentrazione di H^+ è minore di quella degli OH^- e il pH è maggiore di 7.

Esistono degli *acidi deboli*, HA, che si dissociano e si mettono in equilibrio con le loro *basi coniugate* A^- . La compresenza di HA e A^- dà luogo a un sistema chimico chiamato *tampone di pH* in quanto piccole aggiunte di acidi o basi forti *non* alterano il pH della soluzione.

Le unità di concentrazione.

Concentrazione molare o molarità

La concentrazione molare o molarità della specie X si indica con $c = [\text{X}]$, è espressa in mol l^{-1} ed è così definita:

$$[\text{X}] = \frac{m}{PM V}$$

dove: m è la massa di sostanza pesata, espressa in grammi (g); PM è il suo *peso molecolare*, espresso in g mol^{-1} ; V è il volume del solvente nel quale è stata sciolta la massa pesata, espresso in litri (l). Dunque la massa da pesare per preparare un volume V di soluzione a molarità c è data dalla relazione:

$$m = c V PM$$

Per esempio, la caffeina ha $PM = 194,09 \text{ g mol}^{-1}$. Per preparare 10 ml di una soluzione acquosa di caffeina a concentrazione $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$ occorre pesare: $m = 0,0026 \cdot 0,010 \cdot 194,09 \text{ g}$.

Parti per milione o ppm

La concentrazione molare di X è uguale ad 1 ppm se vi è un microgrammo di X per ogni grammo di soluzione. Nel caso di soluzioni acquose diluite si può considerare che un millilitro di soluzione pesi un grammo. In tal caso:

$$[\text{X}] (\text{ppm}) = \frac{m_x}{m_{\text{soluzione}}} \cdot 10^6$$

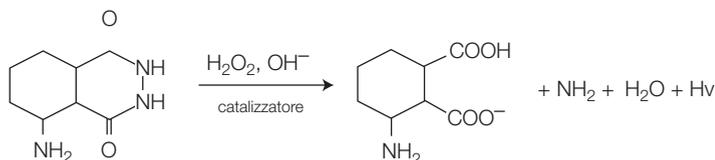
con m espresso in grammi (g). La massa m_x da pesare per preparare una soluzione di massa $m_{\text{soluzione}}$ a concentrazione $[\text{X}]$ (ppm) è:

$$m_x = \frac{[\text{X}] (\text{ppm}) m_{\text{soluzione}}}{10^6}$$

La
compresenza
di HA e A^-
dà luogo
a un sistema
chimico
chiamato
tampone di pH
in quanto
piccole
aggiunte
di acidi o basi
forti non
alterano il pH
della soluzione

Così, per preparare 10 ml (cioè 10 g) di soluzione a concentrazione 100 ppm occorre pesare 0,001 g di X.

La chemiluminescenza del luminolo. Il luminolo è la prima molecola disegnata nella seguente reazione chimica:



In ambiente fortemente *alcalino* (eccesso di OH⁻), in presenza di *ossidanti* che contengano il *gruppo perossido* –O–O– (il più semplice perossido è l'acqua ossigenata H₂O₂) e in presenza di un opportuno *catalizzatore* il luminolo si *ossida* e diventa *ftalato*. Il catione Fe²⁺ (chiamato *ferro ferroso*) è un catalizzatore per questa reazione. Tale reazione conferisce al prodotto un elevato contenuto energetico cosicché esso cerca la stabilità energetica emettendo fotoni (indicati con hv) di lunghezza d'onda compresa tra 400 e 800 nm. Tali lunghezze d'onda sono *visibili* all'occhio umano sotto forma di *colori*. Per esempio a 400 nm corrisponde il *colore blu*.

Interferenze nella ricerca di sangue mediante luminolo. Il ferro ferroso contenuto nell'emoglobina non è l'unico possibile catalizzatore per la reazione chemiluminescente del luminolo. Anche la proteina naturale *perossidasi di rafano* (HRP) catalizza la reazione chemiluminescente del luminolo con l'acqua ossigenata. Si dice che l'HRP è un *interferente* per la ricerca di tracce di sangue mediante luminolo. Dunque, qualcuno che voglia depistare le indagini su un crimine cruento potrebbe spargere una soluzione di HRP in una stanza: allorché la Polizia spargesse a sua volta la soluzione capace di generare la luminescenza (luminolo + acqua ossigenata fortemente alcalini), darebbero l'effetto luminescente non solo le eventuali tracce di sangue ma anche le tracce di HRP sparse ad arte. Se dunque il test al luminolo risulta positivo, la Polizia Scientifica dovrà eseguire altre analisi chimiche di conferma della natura della sostanza che ha dato la luminescenza.

Procedura sperimentale per la ricerca di emoglobina mediante luminolo. Si vuole osservare la chemiluminescenza prodotta dall'ossidazione del luminolo con il perborato sodico. La presenza di emoglobina (proteina contenuta nel sangue), catalizza questa reazione anche in piccolissime quantità sviluppando la caratteristica luminescenza, che può indicare quindi la presenza di sangue. L'attività catalitica è dovuta alla presenza all'interno dei gruppi EME della pro-

Si dice che l'HRP è un *interferente* per la ricerca di tracce di sangue mediante luminolo. Dunque, qualcuno che voglia depistare le indagini su un crimine cruento potrebbe spargere una soluzione di HRP in una stanza

teina di atomi di Fe ferroso, responsabili del trasporto dell'ossigeno all'interno dell'organismo.

Questa attività catalitica può anche essere svolta da altre proteine o da altri atomi metallici che vengono quindi definiti interferenti. Oltre alla luminescenza prodotta dall'emoglobina, in questa esperienza viene osservato il ruolo di interferente e quindi la luminescenza prodotta da una di queste proteine, la perossidasi di rafano (HRP).

Materiale da utilizzare: Pellicola di alluminio, spatola, 2 palloni da 10 ml, pipetta graduata da 1 ml, 2 flaconcini.

Sostanze da utilizzare: Emoglobina bovina (*Sigma*), soluzione di HRP, luminolo (sale sodico *Sigma*), perborato sodico tetraidrato ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ PM = 153,86 g mol⁻¹, *Fluka*), carbonato sodico anidro (Na_2CO_3 PM = 106 g mol⁻¹, *Rudi Pont*).

Parte sperimentale:

Preparazione del campione di emoglobina: Utilizzando la pellicola di alluminio e la spatola, pesare su una bilancia la giusta quantità di emoglobina tale che una volta portata a volume con acqua all'interno di un matraccio da 10 ml la concentrazione della soluzione risultante sia pari a 100 ppm. Successivamente trasferire parte della soluzione in un flaconcino in modo da riempirlo almeno per 1 cm. Contrassegnarlo utilizzando un pennarello indelebile con una sigla identificativa.

Preparazione della soluzione a base di luminolo: Preparare 10 ml di soluzione in cui siano disciolti 0,01 g di luminolo, 0,07 g di $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ e 0,5 g di Na_2CO_3 .

Utilizzare un matraccio oscurato in quanto il luminolo è fotosensibile. **NB:** Pesare con attenzione **indossando i guanti**.

Preparazione della soluzione di proteina interferente: Prelevare 1 ml della soluzione interferente di HRP utilizzando la pipetta graduata, e trasferirla in una provetta precedentemente contrassegnata con una sigla identificativa.

Sviluppo della chemiluminescenza: La reazione chemiluminescente viene sviluppata all'interno della camera oscura (sala bilance). Portare quindi all'interno della camera le due provette contenenti emoglobina e HRP e la soluzione di luminolo precedentemente preparata.

In regime di semioscurità (con la porta in parte aperta), versare una parte del luminolo all'interno dei due flaconcini e chiudere velocemente la porta per poter apprezzare nel migliore dei modi il fenomeno di emissione luminosa.

Oltre alla luminescenza prodotta dall'emoglobina, in questa esperienza viene osservato il ruolo di interferente e quindi la luminescenza prodotta da una di queste proteine, la perossidasi di rafano (HRP)

7.2• Colorazione «selettiva» di tessuti: il simile colora il simile

Sede di Parma

Responsabile locale PLS-Area Chimica: prof. Alessia Bacchi

Sito web del progetto: <http://lschimica.unipr.it/index.htm>

I dati dell'attività

Scuole partecipanti: 11.

Insegnanti partecipanti: 26.

Modalità di partecipazione degli insegnanti: 30% del tempo dedicato alle selezioni delle esperienze; 70% al laboratorio attivo da parte degli insegnanti.

Materiale didattico: di ogni attività è stato predisposto il materiale che è stato reso disponibile per la realizzazione delle attività presso le Scuole.

Modalità di realizzazione

Durante gli incontri tenuti con gli insegnanti è stata inizialmente effettuata una ricognizione delle attività di laboratorio attualmente eseguite presso gli Istituti coinvolti nel progetto, e delle strutture disponibili presso i vari Istituti. Quindi, sono state formulate diverse proposte di attività di laboratorio che potessero essere svolte presso le strutture scolastiche. In seguito ai risultati della discussione, il gruppo di docenti e tecnici universitari ha messo a punto una serie di esperienze che sono state poi realizzate in laboratorio insieme agli insegnanti e commentate in incontri con gli insegnanti partecipanti al progetto presso i laboratori didattici universitari. Le esperienze sono state scelte in modo da offrire una panoramica adatta a Istituti scolastici di vario livello. Le esperienze sono corredate da dispense che possono essere utilizzate a lezione, e che vengono distribuite anche sul sito web del progetto, nella sezione dedicata al materiale didattico.

Delle diverse proposte realizzate, viene presentata nel dettaglio quella relativa a: *Colorazione selettiva dei tessuti: il simile colora il simile.*

Descrizione dell'attività

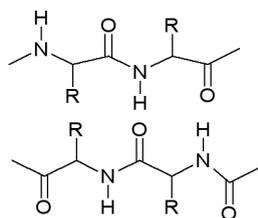
Premessa. Come è noto, le fibre naturali (seta, cotone, lana) sono prive di colorazione. L'uomo cominciò a colorare le fibre sfruttando coloranti naturali ottenuti da vegetali (carote, spinaci, ...) o minerali (ossidi di ferro, ...). L'industria dei coloranti (prima vera industria chimica «organica») nacque nel 1800 dall'esigenza di impartire colorazione agli oggetti in modo sistematico.

Un po' di chimica... Un *colorante* è una miscela di uno o più composti chimici organici, naturali o artificiali in grado di impartire colorazione a un *substrato* che può essere carta, pelle, tessuto, ecc. Il colorante può agire in vario modo, ma solitamente viene trattenuto dal substrato attraverso la formazione di *legami chimici* o di *interazioni deboli* (legami idrogeno, dipolo-dipolo). La colorazione di un tessuto avviene quando sul substrato e sul colorante sono presenti

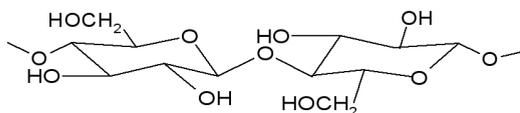
L'industria dei coloranti (prima vera industria chimica «organica») nacque nel 1800 dall'esigenza di impartire colorazione agli oggetti in modo sistematico

gruppi chimici in grado di interagire: per esempio, un gruppo $-\text{COOH}$ e un gruppo $-\text{NH}_2$ reagiscono per formare un legame ammidico.

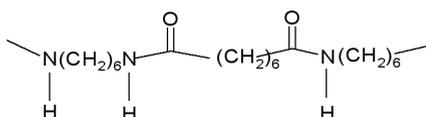
Qualche formula... Per capire come un colorante può legarsi a una fibra occorre innanzitutto conoscere la formula chimica e la struttura della fibra stessa.



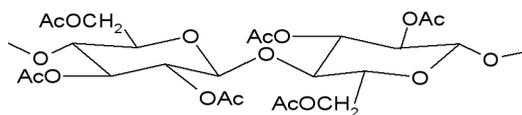
seta/lana



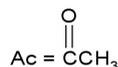
cellulosa



Nylon 6,6



triacetato di cellulosa



Immergeremo
nel bagno
campioni di
tessuto bianco,
riproducendo
su piccola
scala l'operato
dell'industria
chimica
di colorazione

Cotone: viene ricavato dalle piante del cotone. È formato essenzialmente da *cellulosa*, un polimero del glucosio.

Seta: si ottiene dal fluido secreto dalle ghiandole di ragni e insetti. Chimicamente è un *polipeptide*, cioè un polimero formato da amminoacidi. Catene parallele instaurano legami di idrogeno intermolecolari.

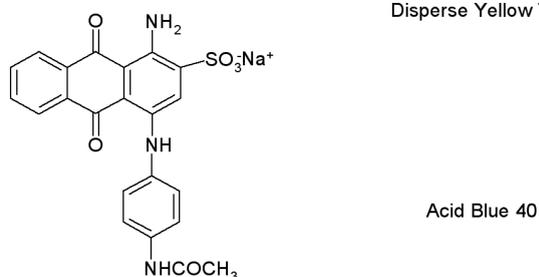
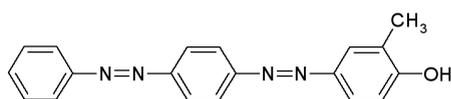
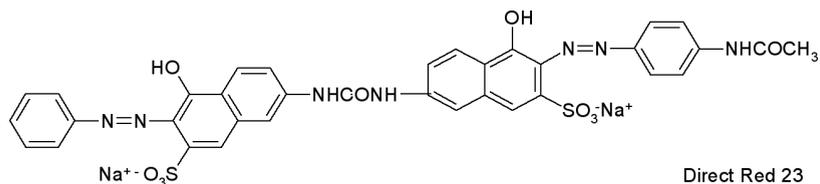
Lana: si ottiene, come tutti sanno, dalle pecore. Chimicamente è un *polipeptide*, come la seta, ma formato con una diversa distribuzione di amminoacidi.

Poliestere: è una fibra sintetica, come, per esempio, il *terital*. *Poliammidi:* sono fibre sintetiche, come, per esempio, il Nylon 6,6. *Triacetato di cellulosa:* è una fibra ottenuta per reazione sulla cellulosa.

Quello che faremo... Prepareremo dei «bagni di colore»: uno giallo, uno blu, uno rosso e uno risultante dalla miscela dei tre. Immergeremo nel bagno campioni di tessuto bianco, riproducendo su piccola scala l'operato dell'industria chimica di colorazione.

I tre coloranti che useremo sono riportati in figura.

Il risultato... Immergendo contemporaneamente, nel bagno contenente i tre coloranti, campioni di lana, cotone e poliestere, i tre tessuti assumeranno tre colorazioni differenti.



Conoscendo le formule chimiche di coloranti e fibre cercheremo di spiegare il tipo di interazione che si instaura e capiremo perché ciascun colorante è indicato per una specifica categoria di fibre.

Qualche suggerimento e quesito... Sapreste giustificare il fatto che la seta sia affine soprattutto al blu e meno al rosso e al giallo?

Perché il cotone assume intensamente la colorazione rossa, mentre i coloranti gialli e blu sono quasi inefficaci?

E ancora: la lana, la seta e il nylon hanno comportamenti simili. Per quale ragione?

Per quale ragione il giallo colora «poco»?

Per quale motivo il poliestere si colora poco?

Non ci credete? Se volete, potete portarvi da casa piccoli pezzi di stoffa bianca. Li useremo come campioni e scopriremo indirettamente di che tessuto sono composti dal modo in cui reagiranno o meno con i coloranti. Attenzione ai tessuti misti!

Tabella Reagenti:

Disperse yellow 7, CAS NUMBER 6300-37-4

Acid Blue 40, CAS NUMBER 6424-85-7

Direct Red 23, CAS NUMBER 3441-14-3

Conoscendo le formule chimiche di coloranti e fibre cercheremo di spiegare il tipo di interazione che si instaura e capiremo perché ciascun colorante è indicato per una specifica categoria di fibre

Parte dedicata ai docenti*Parte sperimentale**Materiale richiesto*

Direct Red 23, Disperse Yellow 7, Acid Blue 40, acido cloridrico diluito, acqua distillata.

Campioni di stoffa bianca (lana o seta, nylon, poliestere, cotone).

Becher da 400 mL (4).

Piastre riscaldanti con agitazione magnetica: 4.

Agitatore magnetici: 4

Forbici, pinze, una bacinella.

Tempo richiesto: da 1 a 2 ore circa.

Procedura:

- Nei becher da 400 mL, preparare:
 - Soluzione A: 200 mL di acqua distillata, 4-5 gocce di acido cloridrico diluito (10%), 0,06 g di colorante rosso.
 - Soluzione B: 200 mL di acqua distillata, 4-5 gocce di acido cloridrico diluito (10%), 0,06 g di colorante giallo.
 - Soluzione C: 200 mL di acqua distillata, 4-5 gocce di acido cloridrico diluito (10%), 0,09 g di colorante blu.
 - Soluzione D: 200 mL di acqua distillata, 4-5 gocce di acido cloridrico diluito (10%), 0,06 g di colorante rosso, 0,06 g di colorante giallo, 0,09 g di colorante blu.
- Porre in ciascun becher l'agitatore magnetico.
- Disporre i becher sulle piastre riscaldanti e portare all'ebollizione.
- Tagliare campioni delle stoffe (forme differenti di circa 3-4 cm di lato), scegliendo una forma specifica per ogni tessuto.
- Collocare in ogni becher un campione di tessuto di ogni tipo.
- Lasciare agire il bagno di colore 10 minuti circa.
- Prelevare i campioni di stoffa con delle pinzette.
- Risciacquare con acqua fredda corrente.
- Lasciare asciugare all'aria.
- Prendere nota delle colorazioni ottenute.

Note per la buona riuscita

- 1) Il bagno di colore deve risultare ben agitato e se le polveri utilizzate si presentano agglomerate è necessario macinarle con un mortaio.
- 2) Si consiglia di portare l'acqua a ebollizione, introdurre i campioni e poi abbassare o spegnere il riscaldamento, per evitare il deteriorarsi dei campioni (seta in particolare).
- 3) Si consiglia di fare campioni non troppo piccoli e di forme ben diverse e riconoscibili; durante il riscaldamento possono, come detto sopra, deformarsi.

Si consiglia di portare l'acqua a ebollizione, introdurre i campioni e poi abbassare o spegnere il riscaldamento, per evitare il deteriorarsi dei campioni

Commenti

- 1) Non è necessario pesare in modo esatto i coloranti; è possibile anzi non usare la bilancia ma semplicemente prelevare per ciascuno una punta di spatola piccola, a patto che il bagno di colore risultante presenti una colorazione intensa. Infatti la variazione di piccole quantità nel dosaggio non pregiudicano l'efficacia nella colorazione (al limite si verificheranno le condizioni per una colorazione un po' meno intensa).
- 2) Si può lavorare anche in ambiente basico (per soda) o neutro, ma le colorazioni dei singoli bagni di colore risultano poco accese, mentre con il bagno di colore che risulta dai tre coloranti insieme non si ottiene una selettività netta. A scopo didattico però si può mostrare come gli stessi coloranti in ambiente neutro, o peggio ancora, basico, siano inefficaci o addirittura diano sfumature differenti.
- 3) Non è facile giustificare le colorazioni ottenute sperimentalmente sulla base solo della classificazione delle interazioni (legame idrogeno *vs* interazioni deboli, per esempio) ma alla fine della esperienza risulterà chiaro che non solo la qualità ma anche la quantità dei gruppi che interagiscono tra substrato e colorante è fondamentale.
- 4) Si potrà far notare che anche la solubilità gioca un ruolo fondamentale, come si nota nel caso del giallo, molecola meno polare.
- 5) A scopo didattico si possono lavare e rilavare i campioni, con l'aggiunta di detersivi e acqua calda: la colorazione si perde, causa il non utilizzo di un composto fissatore (vedi sale da cucina dei prodotti per la colorazione in vendita nei supermercati).

A scopo didattico però si può mostrare come gli stessi coloranti in ambiente neutro, o peggio ancora, basico, siano inefficaci o addirittura diano sfumature differenti

Tabella 1.4 • Unità locali e responsabili del Progetto di Orientamento e Formazione degli Insegnanti per l'area Chimica

Ateneo	Responsabile	Dipartimento di afferenza
Bari	Maurizio Castagnolo	Chimica
Bologna	Sandro Torroni	Chimica
Cagliari	Antonella Rossi	Chimica Inorganica e Analitica
Camerino	Paolo Passamonti	Scienze Chimiche
Catania	Orazio Puglisi	Scienze Chimiche
Como	Gaetano Zecchi	Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali
Cosenza	Raffaella Porto	Chimica
Ferrara	M. Chiara Pietrogrande	Chimica
Firenze	Emilio Castellucci	Chimica
Genova	Adriana Saccone	Chimica e Chimica Industriale
Messina	Alessandro De Robertis	Chimica Inorganica, Chimica Analitica e Chimica Fisica
Milano	Paolo Longhi	Chimica Fisica ed Elettrochimica
Milano «Bicocca»	Ugo Cosentino	Scienze dell'Ambiente e del Territorio
Modena e Reggio Emilia	Ulderico Segre	Chimica
Napoli «Federico II»	Livio Paolillo	Chimica
Padova	Cristina Paradisi	Scienze Chimiche
Palermo	Antonio Floriano	Chimica Fisica
Parma	Alessia Bacchi	Chimica Inorganica, Chimica Analitica e Chimica Fisica
Pavia	Pierpaolo Righetti	Chimica Organica
Perugia	Sergio Clementi	Chimica
Pisa	Maria Benvenuti	Chimica e Chimica Industriale
Potenza	Roberto Teghil	Chimica
Roma «La Sapienza»	Emilio Bottari	Chimica
Roma «Tor Vergata»	Maurizio Paci	Scienze e Tecnologie Chimiche
Salerno	Pasquale Longo	Chimica
Sassari	Serafino Gradiali	Chimica
Torino	Roberto Dovesi	Chimica IFM
Trieste	Roberto Rizzo	Biochimica, Biofisica e Chimica delle Macromolecole
Venezia	Gabriele Albertin	Chimica



Tabella 2.1 • Chimica – Dati principali, per sede – Complessivo nei due anni

Sede	Ist. scolastici	Ass. industriali	Altri enti	Pers. Univers.	Pers. Scuola	Altro pers.	Ore totali	Ore progetto	Costo prog.
Bari	5	1	2	14	17	6	1.572	628	34.286
Bologna	52	0	17	50	106	20	9.497	3.678	172.892
Cagliari	22	2	8	16	18	39	3.213	2.509	56.837
Camerino	9	1	6	8	15	12	529	107	44.470
Catania	18	3	9	12	4	10	3.680	0	53.084
Como	12	1	5	9	42	15	1.358	314	29.771
Cosenza	11	1	6	16	21	12	3.286	945	134.631
Ferrara	8	1	2	18	18	8	1.447	759	43.132
Firenze	17	4	8	10	1	9	4.260	2.815	106.250
Genova	22	2	23	11	22	10	3.450	970	53.073
Messina	11	1	7	9	14	6	2.977	560	44.236
Milano	103	2	6	67	12	54	4.121	1.822	105.828
Milano Bicocca	20	1	7	10	38	11	1.879	1.581	138.909
Modena e Reggio E.	13	3	5	19	7	8	1.063	460	105.752
Napoli Federico II	35	3	4	7	30	2	1.580	880	54.458
Padova	23	10	3	14	46	11	2.950	0	88.079
Palermo	10	2	4	10	8	9	1.390	585	51.174
Parma	27	4	16	17	13	33	3.740	3.112	100.292
Pavia	21	1	2	24	7	1	915	305	61.542
Perugia	20	2	9	26	27	18	2.496	1.496	87.642
Pisa	69	0	2	50	15	3	829	584	79.255
Potenza	20	4	4	23	37	35	4.265	1.841	51.020
Roma La Sapienza	8	2	14	9	26	29	8.377	1.812	116.851
Roma Tor Vergata	9	0	1	7	24	3	1.871	1.864	99.942
Salerno	13	1	2	44	0	15	1.414	1.169	81.687
Sassari	6	0	5	13	9	5	1.280	245	41.638
Torino	29	2	2	17	5	23	1.043	944	51.252
Trieste	21	1	4	21	47	8	2.137	628	44.273
Venezia	17	9	3	34	38	12	4.416	1.719	70.462
Modena e Reggio E.	0	1	9	7	1	9	990	250	119.735
TOTALE	651	65	195	592	668	436	82.025	34.582	2.322.453

Tabella 2.2 • Chimica – Enti, per sede e per tipo – Complessivo nei due anni

Sede	Università	Istituto scolastico	Azienda privata	Ente pubblico	Associazione	Altro
Bari	1	5	0	1	1	0
Bologna	10	52	3	3	0	1
Cagliari	2	22	4	1	2	1
Camerino	1	9	3	2	1	0
Catania	2	18	5	2	3	0
Como	1	12	3	1	1	0
Cosenza	1	11	2	1	1	2
Ferrara	1	8	1	0	1	0
Firenze	1	17	6	1	4	0
Genova	1	22	18	2	2	2
Messina	1	11	6	0	1	0
Milano	6	103	0	0	2	0
Milano «Bicocca»	1	20	6	0	1	0
Modena e Reggio E.	3	13	0	1	3	1
Napoli «Federico II»	2	35	0	2	3	0
Padova	1	23	0	2	10	0
Palermo	1	10	2	1	2	0
Parma	1	27	11	4	4	0
Pavia	1	21	0	0	1	1
Perugia	1	20	3	4	2	1
Pisa	1	69	0	1	0	0
Potenza	1	20	1	2	4	0
Roma «La Sapienza»	1	8	6	7	2	0
Roma «Tor Vergata»	1	9	0	0	0	0
Salerno	1	13	0	1	1	0
Sassari	1	6	1	3	0	0
Torino	1	29	0	1	2	0
Trieste	2	21	0	1	1	1
Venezia	1	17	0	2	9	0
Modena e Reggio E.	5	0	4	0	1	0
TOTALE	54	651	85	46	65	10

Tabella 2.3 • Chimica – Ore di impegno del personale. Riassunto, per tipo e per anno

Tipologia	Ore 1° anno	%	Ore 2° anno	%	Totale nei due anni	%	Media ore persona
UNIV. RUOLO-DOCENTE	16.479	39,7	14.988	37,1	31.467	38,4	65
UNIV. RUOLO-ALTRO	3.239	7,8	3.361	8,3	6.600	8,1	61
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	9.794	23,6	10.363	25,7	20.157	24,6	31
SCUOLA RUOLO-ALTRO	485	1,2	520	1,3	1.005	1,2	39
ASS. INDUSTRIALI	1.771	4,3	1.784	4,4	3.555	4,3	41
IMPRESE	460	1,1	540	1,3	1.000	1,2	16
ALTRI ENTI	665	1,6	735	1,8	1.400	1,7	28
A CONTRATTO	8.589	20,7	8.072	20,0	16.661	20,4	70
TOTALE	41.482		40.363		81.845		

Tabella 2.4 • Chimica – Ore di impegno del personale nel 1° anno, per tipo e per sede

Sede	Univ. Ruolo-Docente		Univ. Ruolo-Altro		Scuola Ruolo-Docente		Scuola Ruolo-Altro		Ass. Industriali		Imprese		Altri enti		A contratto	
	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.
Bari	174	0	0	0	323	140	40	10	10	0	0	0	32	32	60	24
Bologna	2.004	60	355	160	1.262	828	22	0	0	0	3	0	7	0	1.009	675
Cagliari	484	159	36	0	149	122	15	15	4	0	16	0	4	0	1.087	1.087
Camerino	206	32	0	0	30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Catania	1.440	0	0	0	240	0	0	0	20	0	60	0	80	0	0	0
Como	160	0	0	0	289	0	0	0	27	0	23	0	6	0	64	64
Cosenza	480	162	120	52	814	136	0	0	0	0	10	0	5	0	100	78
Ferrara	377	196	0	0	326	145	10	0	0	0	10	0	35	15	22	20
Firenze	550	0	100	10	50	25	0	0	25	20	20	0	30	5	1.500	1.500
Genova	650	0	400	0	400	0	0	0	0	0	0	0	80	0	130	130
Messina	830	0	0	0	475	224	0	0	30	0	83	0	0	0	0	0
Milano	875	0	250	250	225	225	0	0	190	0	0	0	0	0	393	393
Milano «Bicocca»	351	326	0	0	232	232	32	32	100	0	18	0	0	0	80	80
Modena e Reggio E.	459	108	20	10	252	252	32	0	30	0	0	0	20	0	60	60
Napoli «Federico II»	210	72	20	20	300	280	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
Padova	520	0	0	0	450	0	150	0	430	0	0	0	75	0	0	0
Palermo	320	115	30	10	480	160	0	0	10	0	10	0	20	0	155	130
Parma	378	150	246	246	260	260	0	0	6	0	7	0	26	0	1.000	1.000
Pavia	330	35	0	0	105	105	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
Perugia	456	120	216	49	252	252	20	0	10	0	0	0	0	0	254	254
Pisa	376	300	275	130	142	118	0	0	0	0	0	0	20	20	16	16
Potenza	481	12	154	144	432	30	0	0	185	0	0	0	10	0	940	932
Roma «La Sapienza»	1.815	160	250	126	846	189	119	0	32	0	80	0	150	0	815	294
Roma Tor Vergata»	50	50	160	160	456	452	0	0	0	0	0	0	0	0	220	220
Salerno	225	134	192	192	0	0	0	0	43	28	0	0	0	0	158	158
Sassari	285	0	90	25	210	105	0	0	0	0	10	0	60	0	0	0
Torino	153	68	0	0	52	52	0	0	24	24	0	0	5	3	260	260
Trieste	330	0	0	0	512	153	45	10	30	0	0	0	0	0	225	225
Venezia	1.250	720	325	160	190	190	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0
Modena e Reggio E.	260	0	0	0	40	20	0	0	120	90	100	0	0	0	30	30
TOTALE	16.479	2.979	3.239	1.744	9.794	4.521	485	67	1.771	162	460	0	665	75	8.589	7.641

Tabella 2.5 • Chimica – Ore di impegno del personale nel 2° anno, per tipo e per sede

Sede	Univ. Ruolo-Docente		Univ. Ruolo-Altro		Scuola Ruolo-Docente		Scuola Ruolo-Altro		Ass. Industriali		Imprese		Altri enti		A contratto	
	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.	totale	sul prog.
Bari	221	32	140	140	433	160	35	10	0	0	0	0	32	32	72	48
Bologna	1.884	3	510	300	1.298	859	43	43	0	0	0	0	0	0	1.100	750
Cagliari	382	152	12	0	134	113	15	15	4	0	16	0	4	0	851	846
Camerino	206	32	0	0	85	25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Catania	1.440	0	0	0	240	0	0	0	20	0	60	0	80	0	0	0
Como	145	0	0	0	481	148	0	0	5	0	46	0	10	0	102	102
Cosenza	570	191	160	54	820	134	0	0	0	0	10	0	5	0	192	138
Ferrara	304	173	0	0	218	113	30	12	0	0	10	0	35	15	70	70
Firenze	550	0	100	10	60	25	0	0	25	20	20	0	30	0	1.200	1.200
Genova	470	0	40	0	1.080	840	0	0	55	0	15	0	110	0	20	0
Messina	830	0	0	0	616	336	0	0	30	0	83	0	0	0	0	0
Milano	957	0	306	300	180	180	0	0	180	0	0	0	0	0	555	474
Milano «Bicocca»	315	260	0	0	509	509	52	52	100	0	0	0	0	0	90	90
Modena e Reggio E.	0	0	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Napoli «Federico II»	210	108	50	40	700	280	0	0	0	0	0	0	0	0	80	70
Padova	470	0	0	0	250	0	100	0	430	0	0	0	75	0	0	0
Palermo	185	70	30	10	0	0	0	0	10	0	10	0	20	0	110	90
Parma	407	150	246	246	270	260	0	0	6	0	7	0	81	0	800	800
Pavia	355	60	0	0	105	105	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
Perugia	380	364	411	0	275	275	30	0	10	0	62	62	0	0	120	120
Pisa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potenza	441	9	180	0	297	48	35	35	195	0	0	0	35	25	880	606
Roma «La Sapienza»	1.900	120	250	85	625	169	120	87	30	0	125	0	155	0	1.065	582
Roma «Tor Vergata»	50	50	160	160	540	540	15	12	0	0	0	0	0	0	220	220
Salerno	294	170	301	301	0	0	0	0	43	28	0	0	0	0	158	158
Sassari	285	0	90	25	180	90	0	0	0	0	10	0	60	0	0	0
Torino	97	85	15	15	52	52	0	0	20	20	6	6	3	3	356	356
Trieste	295	0	0	0	625	225	45	15	30	0	0	0	0	0	0	0
Venezia	1.125	640	340	195	250	0	0	0	491	4	0	0	0	0	0	0
Modena e Reggio E.	220	0	0	0	40	20	0	0	100	60	50	0	0	0	30	30
TOTALE	14.988	2.669	3.361	1.891	10.363	5.506	520	281	1.784	132	540	68	735	75	8.072	6.751

Tabella 3.1 • Chimica – Numero di Istituti scolastici, studenti e insegnanti, per sede e per anno

Sede	N. Istituti scolastici		N. studenti		N. insegnanti	
	nei due anni	1° anno	nei due anni	1° anno	nei due anni	1° anno
Bari	5	4	61	61	12	12
Bologna	52	46	5.611	3.079	342	243
Cagliari	22	14	586	586	89	71
Camerino	9	12	779	328	65	17
Catania	18	18	210	210	22	22
Como	12	12	635	361	95	53
Cosenza	11	11	527	527	31	31
Ferrara	8	5	310	161	20	13
Firenze	17	18	524	524	24	19
Genova	22	20	777	777	112	80
Messina	11	11	542	542	40	40
Milano	103	61	535	531	91	37
Milano «Bicocca»	20	16	543	112	67	22
Modena e Reggio E.	13	12	494	408	74	21
Napoli «Federico II»	35	5	128	113	55	28
Padova	23	23	343	343	14	14
Palermo	10	10	730	730	48	48
Parma	27	27	4.222	1.711	113	52
Pavia	21	16	218	54	57	42
Perugia	20	14	549	549	36	36
Pisa	69	42	1.919	1.320	88	66
Potenza	20	15	2.188	1.647	92	70
Roma «La Sapienza»	8	7	2.331	315	193	42
Roma «Tor Vergata»	9	9	1.471	1.078	89	63
Salerno	13	10	288	288	51	51
Sassari	6	6	476	238	57	38
Torino	29	29	1.531	769	3	1
Trieste	21	21	449	331	53	48
Venezia	17	23	42	272	19	21
Modena e Reggio E.	0	0	0	0	0	0
TOTALE	651	517	29.019	17.965	2.052	1.301

Tabella 3.2 • Chimica – Numero di questionari compilati, per sede

Sede	N. questionari stud. M + F	N. questionari stud. F	N. questionari stud. M	N. questionari ins.
Bari	63	43	20	12
Bologna	1.650	771	879	79
Cagliari	2.741	428	2.313	93
Camerino	306	108	198	16
Catania	201	134	67	20
Como	712	312	400	62
Cosenza	408	255	153	36
Ferrara	131	57	74	14
Firenze	170	100	70	8
Genova	543	232	311	44
Messina	0	0	0	0
Milano	638	350	288	57
Milano «Bicocca»	445	250	195	43
Modena e Reggio E.	30	16	14	2
Napoli «Federico II»	127	81	46	18
Padova	224	81	143	5
Palermo	58	32	26	41
Parma	513	328	185	59
Pavia	0	0	0	0
Perugia	249	120	129	15
Pisa	242	133	109	29
Potenza	433	273	160	40
Roma «La Sapienza»	492	269	223	56
Roma «Tor Vergata»	438	270	168	11
Salerno	0	0	0	0
Sassari	222	159	63	17
Torino	1.675	841	834	59
Trieste	357	167	190	18
Venezia	563	233	330	32
Modena e Reggio E.	0	0	0	0
TOTALE	13.631	6.043	7.588	886

Tabella 3.3 • Chimica – Percentuali risposte questionari studenti, tutte le sedi

	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	1,0	5,5	40,9	52,5
10. L'attività è stata impegnativa?	17,2	42,0	30,9	9,9
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	4,1	19,0	48,0	28,9
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,0	7,4	36,3	54,3
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	2,6	9,0	42,3	46,2
14. I docenti sono stati chiari?	1,1	5,3	36,9	56,6
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la chimica?	4,5	16,0	47,0	32,6
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	13,8	26,9	36,1	23,2
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	1,8	4,1	30,3	63,8

Tabella 3.4 • Chimica – Percentuali risposte questionari insegnanti, tutte le sedi

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	39,5	19,0	22,8	18,7
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	21,7	20,6	26,2	31,5
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0,9	0,8	16,5	81,7
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	34,4	38,1	19,2	8,3
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	1,2	3,6	26,9	68,4
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0,3	2,2	23,5	73,9
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0,6	1,6	20,8	77,0
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0,6	0,8	15,7	82,9
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	22,8	33,6	34,1	9,5
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	5,8	15,8	31,0	47,4
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	0,6	6,0	56,7	36,7
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	11,7	33,7	34,0	20,6
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0,6	1,8	27,2	70,3
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della chimica?	0,2	3,4	39,5	56,8
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	1,1	8,0	40,6	50,2
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0,0	0,9	15,3	83,8

Tabella 4 • Elenco parziale delle attività laboratoriali svolte in diverse sedi nell'ambito del Progetto Nazionale per l'Orientamento e la Formazione degli Insegnanti dell'area Chimica

Sede	Titolo
Bari	Semplici esperimenti di colorazione di tessuti
Bari	Determinazione della struttura di HCl e CO ₂ mediante spettroscopia IR. Spettrofotometria UV-VIS
Bari	Determinazione dell'acidità dell'olio di oliva
Bari	Chemiluminescenza del luminolo
Bari	Determinazione dei cloruri
Bari	Determinazione della durezza di un'acqua
Bari	Le reazioni oscillanti
Bologna	Velocità delle reazioni chimiche: effetti della temperatura, della concentrazione e della presenza di catalizzatori (reazione: persolfato-ioduro, con produzione di iodio elementare e ioni solfato)
Bologna	Determinazione della vitamina C nel succo di limone e della sua velocità di degradazione
Bologna	Analisi di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) in foglie di piante sempreverdi
Bologna	Analisi degli IPA in acque di superficie
Bologna	Determinazione di coloranti artificiali presenti in dolciumi secondo il metodo di Arata
Bologna	Estrazione e analisi dei coloranti naturali della <i>Beta vulgaris</i> (bietole rosse)
Bologna	Estrazione e proprietà fisiche e chimiche del licopene dalla salsa di pomodoro
Bologna	Riconoscimento di zuccheri riducenti mediante reattivo di Tollens
Bologna	Sintesi di aromi artificiali (esteri)
Bologna	Determinazione quantitativa della vitamina C contenuta nei limoni
Bologna	Determinazione quantitativa del contenuto di Fe nell'acqua potabile
Bologna	Determinazione della durezza di un'acqua potabile
Bologna	Determinazione quantitativa del contenuto di nitriti in un campione d'acqua
Bologna	Sintesi e riconoscimento di pigmenti
Bologna	Preparazione di tempere e indagini analitiche su campioni reali
Bologna	Ricerca di tracce di sangue mediante luminolo
Bologna	Riconoscimento di droghe mediante TLC
Bologna	Analisi dei residui dello sparo
Bologna	Determinazione di sostanze da taglio per droghe mediante HPLC
Bologna	Sintesi e riconoscimento di pigmenti
Bologna	Preparazione di tempere e indagini analitiche su campioni reali

Sede	Titolo
Bologna	Determinazione vitamina C nel succo di limone
Bologna	Sintesi del Nylon
Bologna	Stati di ossidazione elementi
Bologna	Solubilità di composti molecolari e di elettroliti
Bologna	Sintesi silice vetrosa colorata
Bologna	Separazione cromatografica di clorofille
Bologna	Titolazioni redox
Bologna	Reazioni chimiche
Bologna	Cristallizzazione
Bologna	Acidità acido acetico
Bologna	Cinetica chimica: reazione persolfato-ioduro
Bologna	Determinazione IPA in campioni ambientali
Bologna	Estrazione coloranti da caramelle
Bologna	Estrazione betalaina da rape rosse
Bologna	Estrazione licopene da pomodoro
Bologna	Sintesi aroma frutta
Cagliari	Analisi degli olii d'oliva mediante UV-Visibile
Cagliari	Chemiluminescenza: esperienza con il luminolo
Cagliari	Estrazione del DNA
Cagliari	Fuochi d'artificio
Cagliari	Idrofilicità e idrofobicità
Cagliari	Idrofilicità e idrofobicità di superfici
Cagliari	Leghe a memoria di forma
Cagliari	Perle vere o false: indagini mediante la spettroscopia Raman
Cagliari	Preparazione del sapone
Cagliari	Produzione del biodiesel
Cagliari	Reattività di un metallo in diversi stati di ossidazione
Catania	Indicatori acido-base ottenuti pigmenti colorati da fiori comuni
Catania	Elettrolisi dell'acqua: idrogeno e ossigeno da molecole d'acqua
Catania	Elettrolisi di soluzioni saline
Catania	Cromatografia su carta
Catania	La chimica degli inchiostri invisibili
Catania	Come rendere visibili le impronte digitali
Catania	L'osmosi attraverso una membrana semipermeabile artificiale
Catania	Il giardino di silicati colorati

Sede	Titolo
Catania	Una verifica di alcune leggi dei gas
Catania	La dissoluzione dei sali: un processo endotermico o esotermico?
Catania	Determinazione approssimativa della MM dell'albumina da uovo da una misura indiretta della pressione osmotica
Catania	Cristallizzazione
Catania	Cristalli molecolari di saccarosio
Catania	Evaporazione dei liquidi e variazioni di temperatura
Catania	Proprietà dell'acqua
Catania	Preparazione di soluzioni tampone
Catania	Preparazione dell'ossido rameico
Catania	Preparazione dell'ossido rameoso
Catania	Sintesi dell'aspirina
Como	Sintesi Co(II)-Pirimidinolato
Como	Analisi di coloranti alimentari
Como	Sintesi dell'indaco
Como	Sintesi di una pirazolina
Como	Sintesi di una porfirina
Como	Sintesi di un estere: l'acetato di isoamile
Cosenza	Riduzione di Ag(I) con Cu metallico
Cosenza	Precipitazione e ricristallizzazione di PbI_2
Cosenza	Verifica legge Lavoisier
Cosenza	Sintesi Nylon
Cosenza	Sintesi Bachelite
Cosenza	Che cos'è l'energia?
Cosenza	Calore come energia; temperatura; capacità termica; calore latente; energia interna
Cosenza	Energia e trasformazioni
Ferrara	Costruzione di una cella fotoelettrochimica per la conversione dell'energia solare in energia elettrica
Ferrara	Misura di quantità di gas che si sviluppa in una reazione chimica utilizzando il calcimetro
Ferrara	Estrazione e separazione carotene e licopene in doppio concentrato di pomodoro
Genova	Luce candela
Genova	Saggio alla fiamma
Genova	Scomposizione luce bianca
Genova	Fotoresistenza

Sede	Titolo
Genova	Cella fotovoltaica
Genova	Un'esperienza con la starlight
Genova	Lo spettroscopio
Messina	La cromatografia
Messina	L'HPLC
Messina	La simmetria in chimica
Messina	I raggi X
Messina	Assorbimento atomico
Messina	NMR
Messina	Cinetica produzione calore, alluminio e idrogeno
Messina	Produzione di idrogeno
Messina	Costruzione di un reattore adiabatico
Messina	Titolazioni e pH
Messina	I colori in Chimica
Messina	Le reazioni chimiche
Milano	Elettrochimica
Milano	Sintesi ammoniacale
Milano	Chimica e ambiente
Milano	Rimozione piombo dall'ambiente
Milano	Sintesi Nylon-66
Milano	Condensazione aldolica
Milano	Elaborazione dati chimici tramite foglio Excel
Milano	La chimica al PC
Milano	Risoluzione di un racemo
Milano	Determinazione anioni 1
Milano	Determinazione anioni 2
Milano	Determinazione anioni 3
Milano	pH-metro e conduttometro. Titolazioni acido-base
Milano	Celle a combustibile
Milano-«Bicocca»	Metodi chimici per il rilevamento delle impronte digitali
Milano-«Bicocca»	Il metodo del luminol per la rilevazione di tracce ematiche
Milano-«Bicocca»	Analisi spettroscopica di coloranti
Milano-«Bicocca»	Separazione di miscele di coloranti
Milano-«Bicocca»	La sintesi dello ioduro di zinco, ZnI_2
Milano-«Bicocca»	Le reazioni oscillanti

Sede	Titolo
Milano-«Bicocca»	Separazione per cristallizzazione di acido benzoico
Milano-«Bicocca»	Riduzione del benzofenone
Milano-«Bicocca»	Determinazione della caffeina nella coca-cola mediante HPLC
Milano-«Bicocca»	Analisi quantitativa di idrocarburi mediante GC-TCD
Modena	Misure di forza elettromotrice di un generatore elettrochimico
Modena	Determinazione della composizione di un miscuglio metallico
Modena	Determinazione del contenuto di acido acetico di un aceto
Modena	Esperienza sulla corrosione del ferro
Modena	Proprietà metallo-leganti di una proteina
Modena	Oscillatore ad acqua salata
Napoli «Federico II»	Polarità e miscibilità di liquidi. Prove di solubilità
Napoli «Federico II»	Studio di una reazione chimica attraverso l'equazione di stato del gas ideale e verifica della solubilità di alcuni composti del calcio
Napoli «Federico II»	Le soluzioni: aspetti quantitativi
Napoli «Federico II»	Proprietà e trasformazioni della materia: effetti osservabili
Napoli «Federico II»	Uso degli indicatori e valutazione del pH
Napoli «Federico II»	Scala del potere riducente di alcuni metalli. Costruzione di una pila Daniell
Padova	Determinazione della costante di acidità della fenolfaleina
Padova	Sintesi di complesso cobalto(III)
Palermo	Tecniche di separazione
Palermo	Preparazione di un sapone
Palermo	Analisi qualitativa
Palermo	Analisi qualitativa scheda lab
Palermo	Analisi quantitativa: titolazioni
Parma	Colorazione selettiva di tessuti
Parma	Equilibri di solubilità in funzione del pH
Parma	La disidratazione del saccarosio tramite acido solforico
Parma	Metodi chimici per sviluppare impronte digitali latenti
Parma	Pacchetto esperienze di chimica organica
Parma	Reattività di semplici composti inorganici
Parma	Reazioni Redox-influenza del pH e degli equilibri di solubilità
Parma	Separazione in colonna cromatografica dei pigmenti fogliari
Parma	Acilazione di Friedel-Crafts (reazione di sostituzione elettrofila aromatica)
Parma	Analisi di controllo di un'acqua minerale naturale

Sede	Titolo
Parma	Conoscere gli acidi e le basi
Parma	Determinazione dell'acidità di un campione commerciale di latte U.H.T
Parma	Determinazione concentrazione di Zn, Cd, Pb e Cu in particolato PM10
Parma	Determinazione della durezza dell'acqua
Parma	La chimica dei metalli di interesse biologico: Il sistema Rame-Glicina
Parma	Luce e molecole
Parma	Sintesi dell'aspirina: acido acetilsalicilico
Parma	Solubilità e detergenti
Pavia	Estrazione DNA
Pavia	Il ciclo del rame
Pavia	L'equilibrio chimico
Pavia	La chimica di alcuni prodotti di uso domestico
Pavia	Lo ione bicarbonato
Pavia	Acidità totale del vino
Pavia	Acidità del latte
Pavia	Determinazione della durezza di un'acqua
Pavia	La diffusione dell'ossigeno in acqua
Pavia	Gas disciolti in acqua (approfondimento)
Pavia	Ossigeno e pH in acque contenenti piante acquatiche (alla luce e al buio)
Pavia	Misure di temperatura, pH, ossigeno in uno stagno
Pavia	Analisi delle acque correnti
Pavia	Ossidazione dei composti organici (blu di metilene)
Pavia	Ossidazione dei composti organici (cicloesano, cicloesene, cicloesanolo)
Pavia	L'infiammabilità dei composti organici
Pavia	Solubilità dei composti organici
Pavia	Viscosità dei composti organici
Pavia	La disidratazione dei composti organici
Pavia	Miscibilità e solubilità dei composti organici in acqua
Pavia	Separazione e analisi di composti organici
Pavia	Sintesi di un semplice composto organico (dibenzilidenacetone)
Pavia	Reazioni dei doppi legami C-C
Pisa	Il sistema iodio/ioduro
Pisa	Determinazione di una scala di potenziale redox

Sede	Titolo
Pisa	Sintesi di ZnI_2 a partire dagli elementi
Pisa	Riconoscimento di cationi sulla base della reattività
Pisa	Preparazione di una zeolite
Pisa	Preparazione di complessi di nichel(II)
Pisa	Preparazione e ossigenazione di N,N-etilenebis(salicilideniminato)cobalto(II)
Potenza	Sintesi MetilArancio
Potenza	Durezza della acque
Potenza	Reazioni di ossido-riduzione
Potenza	Sintesi dell'aspirina
Roma «La Sapienza»	Rapporti molari
Roma «La Sapienza»	Reazioni di ossido-riduzione
Roma «La Sapienza»	Dissociazione elettrolitica
Roma «La Sapienza»	Elettrolisi
Roma «La Sapienza»	Inchiostri chimici
Roma «La Sapienza»	Durezza dell'acqua
Roma «La Sapienza»	Distillazione in corrente di vapore di olio di menta
Roma «La Sapienza»	Colorazioni alla fiamma
Roma «La Sapienza»	Elementi galvanici
Roma «La Sapienza»	Piogge acide
Roma «La Sapienza»	Misura del grado di inquinamento
Roma «La Sapienza»	Inquinamento da ossidi di azoto
Roma «La Sapienza»	Presenza di olio di semi nell'olio di oliva
Roma «La Sapienza»	Acidità e contenuto proteico nel latte
Roma «La Sapienza»	Determinazione dell'acidità nell'olio
Salerno	Vetri e Cristalli al microscopio
Salerno	Produzione di Macrocristalli
Salerno	Volumi di miscele di liquidi: $2+2=4?$
Salerno	Ma l'olio è... denso?
Salerno	L'anello bianco: formazione cloruro di ammonio
Salerno	La fontana ad ammoniaca
Salerno	Cambiamento di colore per agitazione: la bottiglia «magica»
Salerno	Cambiamento di colore a comando
Salerno	Il licopene e l'arcobaleno chimico
Salerno	Separazione dei pigmenti da foglie di spinaci mediante colonna cromatografica

Sede	Titolo
Salerno	La clorofillina e la freschezza dei piselli
Salerno	L'arcobaleno chemiluminescente
Salerno	Polimerizzazione dello stirene in emulsione
Salerno	Sintesi del Nylon 6-10
Salerno	Preparazione della pallina di silicone
Salerno	Proprietà e... magie dei gas
Salerno	Reazione a tempo dello iodio
Salerno	Produzione di «birra»
Salerno	Reazione di Halloween
Salerno	Reazione oscillante di Briggs-Rauscher
Salerno	Ioni complessi in soluzione acquosa
Salerno	Determinazione dell'acidità di un olio di oliva
Salerno	Preparazione di film polimerici di polistirene sindiotattico
Salerno	Determinazione spettrofotometrica di una costante di associazione
Salerno	Sintesi di glicolati di titanio di natura polimerica
Salerno	Sintesi di glicolati di titanio di natura polimerica per uso come catalizzatori
Salerno	Preparazione di una pila
Salerno	Stati di ossidazione del manganese
Salerno	Sintesi dell'isoborneolo dalla canfora
Salerno	Preparazione e utilizzo di un elettrodo ad Ag/AgCl
Salerno	Sintesi di catalizzatori a base di ferro
Salerno	Sintesi di catalizzatori ottaedrici a base di titanio
Salerno	Sintesi di Nuovi Recettori Supramolecolari
Salerno	Sintesi di polipropilene isotattico
Salerno	Sintesi di un catalizzatore a base di titanio
Salerno	Sintesi organocatalizzata di g-butenolidi
Sassari	Sintesi di polimeri
Sassari	Determinazione della durezza di acque
Sassari	Determinazione di una scala di potenziali redox
Trieste	Determinazione di un calore di combustione
Trieste	Reattività chimica: un ciclo di reazioni del rame
Trieste	Separazione di pigmenti tramite cromatografia su strato sottile
Trieste	Determinazione del grado alcolico del vino e della birra
Trieste	Determinazione della quantità di acido acetico nell'aceto

Sede	Titolo
Trieste	Determinazione del contenuto in vitamina C nei succhi di frutta
Trieste	Estrazione del (+)-carvone dai semi di kummel
Trieste	Esperimenti sull'equilibrio chimico
Trieste	Determinazione della concentrazione di specie in soluzione per via spettrofotometrica
Trieste	Pila di Daniell e pila ecologica da vegetali
Trieste	Esterificazione dell'acido salicilico: sintesi dell'acido acetilsalicilico
Trieste	Titolazioni potenziometriche e conduttimetriche
Trieste	Chimica con il computer

IL PROGETTO DI ORIENTAMENTO E DI FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI - FISICA (PLS-OFI-FISICA)

PREMESSA

Il PLS-OFI-Fisica si pone come obiettivo l'individuazione e lo sviluppo di metodologie didattiche atte a migliorare l'apprendimento delle materie scientifiche, soprattutto della fisica, da parte degli studenti delle scuole secondarie.

In particolare, attraverso le iniziative promosse, si vuole sottolineare e raccomandare che:

- l'insegnamento della fisica sia innanzitutto guida all'apprendimento, per diretta esperienza, del metodo scientifico;
- il processo educativo avvenga nei laboratori affinché sia radicata la percezione di uno studio della realtà che parte dalla osservazione della stessa e che prosegue con l'elaborazione dei dati acquisiti;
- vengano stimolate nella pratica didattica le connessioni con altre discipline, come storia e filosofia, che sottolineano la profonda valenza culturale della fisica, evidenziando quanto le teorie e il loro dialettico succedersi costituiscano quel pensiero scientifico che fa parte integrante della storia del pensiero e della evoluzione culturale dell'umanità;
- si promuova una maggiore integrazione con lo studio delle scienze naturali, affinché sia chiara agli studenti la unitarietà della metodologia scientifica;
- sia privilegiata ogni metodologia didattica che promuova lo sviluppo del ragionamento logico e critico e che si fondi sul coinvolgimento attivo degli studenti senza trascurare le abilità tecniche di laboratorio e di calcolo.

Se si vuole raggiungere lo scopo di arginare il problema delle vocazioni scientifiche, di dare una corretta percezione della fisica e del suo ruolo culturale, di creare un'adeguata preparazione di base corredata dalla necessaria metodologia sperimentale, si rende necessario ed è imprescindibile, affinché il Progetto «Lauree Scientifiche» abbia esiti positivi anche oltre la fase di sperimentazione, che:

di
Josette Immè
 Dipartimento
 di Fisica
 e Astronomia
 Università degli
 Studi di Catania,
 Coordinatore
 Nazionale del
 PLS-OFI-Fisica

- tutte le scuole secondarie, soprattutto quelle che tradizionalmente costituiscono il bacino privilegiato da cui i Corsi di Laurea scientifici attingono, siano adeguatamente attrezzate di laboratori didattici di fisica;
- sia destinato ai laboratori stessi personale tecnico qualificato, a supporto delle attività dell'insegnante;
- sia soprattutto adeguato il carico orario delle discipline scientifiche, e in particolare della fisica, nelle scuole secondarie.

1 • FINALITÀ

Il Progetto «Lauree Scientifiche»-OFI-Fisica è inteso ad avviare un'attività coordinata nell'individuare, progettare, sperimentare e diffondere sul territorio nazionale iniziative che vadano nella direzione di sviluppare la cultura scientifica nelle scuole e porre la formazione scientifica come una questione di interesse generale, promuovendo azioni di sostegno a studenti e a insegnanti delle scuole superiori.

In particolare il Progetto ha messo in campo iniziative con le seguenti finalità:

- dare agli studenti una più corretta percezione della fisica, della sua ricchezza culturale e della sua potenza come strumento per il pensiero scientifico e tecnologico, anche al fine di sviluppare le vocazioni per gli studi scientifici e per la fisica in particolare;
- offrire opportunità di autovalutazione e consolidamento delle competenze fisiche di base a coloro che intendono iscriversi a Corsi di Laurea scientifici;
- rimediare ai problemi di inserimento all'università, in particolare dovuti a una limitata capacità di organizzazione autonoma dello studio;
- individuare stimoli idonei a fare emergere i talenti e offrire ai più motivati e capaci opportunità di coltivare i propri interessi;
- perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di fisica e la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di un più consapevole orientamento preuniversitario, anche attraverso una migliore conoscenza delle competenze fisiche richieste nei Corsi di Laurea e nelle professioni, nonché delle diverse possibilità di lavoro che la fisica offre;
- realizzare materiali e strumenti didattici utilizzabili su scala nazionale per le finalità precedentemente indicate;
- progettare, sperimentare e diffondere modelli innovativi di azioni congiunte di Università, Scuola e Imprese per l'orientamento preuniversitario e per la formazione degli insegnanti.

2 • OBIETTIVI SPECIFICI

In particolare sono stati individuati i seguenti obiettivi, classificati a seconda dei destinatari.

a) Orientamento formativo degli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori

Sono stati organizzati corsi/laboratori per incontrare la fisica in un modo interessante e piacevole; per conoscere come la fisica ci aiuta a capire il mondo e a governare la tecnica; per apprezzare la fisica come elemento costitutivo della nostra cultura.

Sono state definite metodologie didattiche atte all'acquisizione da parte degli studenti dei contenuti disciplinari, ritenuti prerequisiti indispensabili per lo studio universitario, della metodologia di studio, della componente comunicativa, delle abilità sperimentali, degli adeguati strumenti matematici, informatici e anche linguistici.

Sono state stimulate attività di gruppo per capire come si impara, per conoscere cosa si sa e cosa si dovrebbe sapere, per imparare meglio la fisica che serve negli studi universitari.

Sono state attivate opportune iniziative per chi vuole penetrare più a fondo nell'universo della fisica, delle scienze e delle tecnologie.

Alle attività hanno partecipato sistematicamente docenti universitari e insegnanti della scuola. Gli insegnanti hanno contribuito in modo determinante alla realizzazione dei lavori e contemporaneamente hanno sviluppato competenze disciplinari e didattiche da trasferire nel lavoro quotidiano in classe.

b) Sviluppo di materiali e strumenti per la comunicazione e la didattica della fisica

Individuazione di argomenti significativi, collegati con le scienze e le tecnologie e con *i mille mestieri del fisico*. Progettazione e realizzazione di strumenti e materiali di lavoro idonei a fare acquisire a studenti e insegnanti gli elementi essenziali di tali tematiche.

Progettazione e realizzazione di materiali di lavoro per gli studenti: test, problemi, situazioni di apprendimento, che siano utili al fine di autovalutare le conoscenze e le competenze fisiche. Progettazione e realizzazione di risorse *on-line* per lo studio individuale autonomo di argomenti fondamentali di fisica, con particolare riferimento a ciò che è necessario conoscere per gli studi universitari e per comprendere le altre discipline scientifiche e tecnologiche.

Messa a punto di proposte didattiche per l'insegnamento della fisica nella scuola superiore, mirate a fare acquisire le tecniche necessarie e anche una

Alle attività hanno partecipato sistematicamente docenti universitari e insegnanti della scuola. Gli insegnanti hanno contribuito in modo determinante alla realizzazione dei lavori e hanno sviluppato competenze disciplinari

percezione corretta della fisica, del suo valore culturale e del suo ruolo per le applicazioni.

Sono state sviluppate opportune collaborazioni interuniversitarie e con enti e musei, per valorizzare, diffondere e sviluppare ulteriormente i materiali esistenti.

c) Formazione e aggiornamento professionale degli insegnanti in servizio

Si è proceduto alla costituzione di gruppi e progetti decentrati per la formazione e il perfezionamento professionale degli insegnanti, che hanno visto la collaborazione sistematica delle Università con gli Istituti scolastici e con gli Enti regionali interessati, al fine di diffondere su larga scala le attività.

Nelle attività di formazione degli insegnanti questi sono stati coinvolti attivamente, in gruppi di lavoro comprendenti sia docenti universitari sia insegnanti esperti, accompagnati da opportuni momenti di formazione teorica.

La formazione degli insegnanti è stata perseguita anche attraverso il loro coinvolgimento sistematico nelle attività di produzione di materiali e strumenti per la comunicazione e la didattica, nella realizzazione delle iniziative per la sperimentazione e nella messa a punto dei laboratori per gli studenti.

In questo ambito si colloca in particolare il progetto coordinato dalla sede di Udine e che coinvolge più sedi in tutto il territorio nazionale, che ha visto l'avvio di un master telematico per la formazione degli insegnanti in servizio.

3 • LINEE DI AZIONE

Per il raggiungimento degli obiettivi suddetti, ogni **progetto locale** ha promosso una o più delle seguenti linee di azione.

Linea di azione n. 1:

Laboratori di fisica per gli studenti e gli insegnanti delle scuole superiori

Ciascuna iniziativa in questa linea di azione ha avuto contemporaneamente gli obiettivi di:

- progettare, sperimentare e realizzare laboratori di fisica per gli studenti delle scuole superiori, in particolare degli ultimi tre anni;
- realizzare nuovi materiali, oppure raccogliere e adattare materiali esistenti, per la comunicazione e la didattica della fisica, da utilizzare nei laboratori stessi;
- formare insegnanti delle scuole e metterli in grado di svolgere autonomamente i laboratori e altre attività analoghe, anche nella didattica quotidiana;
- sviluppare le relazioni fra Scuole, Università, Imprese ed Enti di ricerca.

Alla base di questa linea di azione sta l'attuale scarsa valenza didattica dei laboratori (quando esistono), intesi da una parte come «osservatori», senza par-

In questo ambito si colloca in particolare il progetto coordinato dalla sede di Udine e che coinvolge più sedi in tutto il territorio nazionale, che ha visto l'avvio di un master telematico per la formazione degli insegnanti in servizio

tecipazione attiva dello studente, dall'altra come sequenza rigida di azioni preconfezionate da eseguire al solo scopo di acquisire abilità manuali.

Le attività proposte nei laboratori hanno riguardato temi significativi di fisica, anche nei loro collegamenti con le altre scienze, con le tecnologie, con il mondo del lavoro e delle professioni e più in generale con il mondo e con la storia dell'uomo.

Ogni iniziativa ha visto una collaborazione stretta fra docenti universitari e insegnanti della scuola.

I laboratori sono stati realizzati secondo diverse modalità e su diverse tematiche, a seconda delle situazioni locali, delle esigenze e delle risorse umane e strutturali disponibili, per esempio:

- *laboratori semi-intensivi*, presso sedi universitarie, con partecipazione volontaria *extra curriculum* scolastico;
- *laboratori decentrati*, presso poli scolastici, prevalentemente inseriti nel curriculum scolastico;
- *laboratori virtuali*, con materiale *on-line*.

Ciascuna iniziativa si è sviluppata in linea di massima secondo le seguenti fasi:

- fase di progettazione, nella quale si formava un gruppo comprendente docenti universitari, docenti della scuola superiore, altri esperti, assistenti tecnici, studenti universitari, con lo scopo di individuare i temi e le modalità dei laboratori, la preparazione dei materiali;
- fase di sperimentazione, nella quale si realizzavano i laboratori, si documentava il lavoro e si valutavano i risultati;
- fase di diffusione, nella quale gli insegnanti precedentemente formati realizzavano altri laboratori e coinvolgevano ulteriori insegnanti e studenti.

Linea di azione n. 2:

Autovalutazione e consolidamento delle competenze fisiche di base

Al fine di individuare e definire i prerequisiti iniziali, necessari per un accesso non traumatico ai corsi di laurea scientifici, in particolare a Fisica, tale azione ha visto:

- a) la preparazione di materiale didattico (a stampa, su supporto informatico, multimediale);
- b) lo studio di metodologie didattiche appropriate per un duraturo apprendimento dei contenuti dei corsi;
- c) l'individuazione di procedure di valutazione e di autovalutazione del profitto degli studenti, al fine di una consapevole scelta universitaria.

Linea di azione n. 3: Valorizzare i talenti

Al fine di fare emergere e valorizzare studenti particolarmente motivati e brillanti e con spiccate predisposizioni scientifiche è stata attivata una linea di azione intesa a sviluppare tali capacità. Le iniziative consistevano prevalentemente nel dare a questi giovani l'opportunità di vivere esperienze particolarmente eccitanti, quali la partecipazione ad attività di ricerca attraverso soggiorni premio o laboratori residenziali presso Enti di ricerca, Università, Imprese o la partecipazione a corsi su tematiche di ricerca avanzata.

Linea di azione n. 4: Promozione della fisica

Tale linea di azione, rivolta prevalentemente a studenti e insegnanti delle Scuole, ha visto la partecipazione di un vasto pubblico che ha avuto l'opportunità di migliorare la propria percezione della fisica, della sua valenza come strumento culturale oltre che scientifico e tecnologico. Nelle varie sedi sono state organizzate diverse interessanti iniziative: conferenze/seminari su tematiche attuali di ricerca in fisica e sulle professioni del fisico; divulgazione scientifica, in particolare della fisica, attraverso, per esempio, la produzione di filmati, documentari, spettacoli teatrali, rassegne cinematografiche, mostre, allestimenti museali, con la partecipazione attiva degli studenti; visite o stage di studenti di scuole secondarie presso aziende.

Il Progetto nazionale «Lauree Scientifiche»-*Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica* si articola in 32 sottoprogetti locali attivati presso altrettante sedi universitarie e un progetto trasversale nazionale

4 • STRATEGIA ATTUATIVA

Il Progetto nazionale «Lauree Scientifiche»-*Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica* si articola in 32 **sottoprogetti locali** attivati presso altrettante sedi universitarie e un progetto trasversale nazionale, sotto la responsabilità del coordinatore nazionale, presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania.

Maggiori informazioni e dettagli possono trovarsi nel sito: www.laureescientifiche-fisica.org.

Nei sottoprogetti locali sono concentrate le azioni che riguardano gli obiettivi:

- Fornire agli studenti della scuola media superiore un'informazione chiara e stimolante sulla fisica e sul mestiere del fisico.
- Avvicinare gli studenti alle attività sperimentali di laboratorio nei vari ambiti della fisica, mediante la partecipazione a semplici sperimentazioni guidate presso laboratori universitari opportunamente attrezzati, con la collaborazione dei loro insegnanti. Promuovere il trasferimento di queste esperienze nei laboratori delle scuole.

- Far percepire il «laboratorio» come luogo e metodo di apprendimento, strumento didattico per l'acquisizione di competenze e per l'autovalutazione.
- Incentivare, presso gli studenti, l'attitudine a una riflessione critica sui fenomeni fisici e sulle loro applicazioni tecnologiche.
- Perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di fisica (non sempre laureati in Fisica) della scuola secondaria superiore, e migliorare la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di orientamento preuniversitario.

Allo scopo di raggiungere i suddetti obiettivi, nelle diverse sedi sono state attuate tutte o alcune delle quattro linee d'azione, di cui al paragrafo precedente, rivolte a orientamento studenti e formazione insegnanti.

La strategia generale assunta dal progetto per ottenere gli obiettivi sopra indicati consiste nell'aver dato la massima autonomia ai sottoprogetti locali nella scelta di contenuti, tempi e modalità organizzative, per consentire a ciascuna sede di tenere conto delle situazioni locali, mantenendo tuttavia alcuni **principi comuni**:

- i progetti locali devono prioritariamente realizzare azioni nelle quali gli studenti siano coinvolti in **un percorso attivo e significativo** in particolare attraverso i «**laboratori di fisica**»;
- le attività devono essere non soltanto **realizzate**, ma anche **progettate** e **valutate congiuntamente** da docenti della scuola e dell'università, possibilmente anche insieme a esperti delle associazioni industriali e delle imprese;
- la formazione degli insegnanti si attua in modo prioritario in queste azioni sul campo e/o si formalizza anche attraverso corsi di perfezionamento, con il coinvolgimento attivo degli stessi.

5 • CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ATTIVITÀ REALIZZATE

5.1 • I progetti locali

I 32 progetti locali sono distribuiti in quasi tutte le Regioni e in quasi tutte le sedi universitarie in cui è attivato un Corso di Laurea in «Fisica» (vedi Tabella p. 196). I progetti locali hanno recepito le indicazioni nazionali e hanno proceduto in una propria autonoma programmazione all'interno di tali indicazioni.

Il Progetto ha sicuramente caratteristiche innovative per quanto riguarda i contenuti e le modalità di lavoro con studenti e insegnanti, il tipo di rapporti fra i soggetti, l'organizzazione, il livello di documentazione e valutazione. Tuttavia, proprio per la sua complessità, il Progetto, coinvolgendo una molteplicità di attori con il compito di coordinarsi a livello decisionale, ha risentito di un notevole impegno per trovare modi efficienti di raccordo fra i referenti locali

La strategia generale assunta dal progetto per ottenere gli obiettivi sopra indicati consiste nell'aver dato la massima autonomia ai sottoprogetti locali nella scelta di contenuti, tempi e modalità organizzative

universitari, i rappresentanti locali delle Associazioni industriali, gli Uffici Scolastici regionali, per stabilire con essi un adeguato rapporto al fine di realizzare efficacemente le attività.

Informazioni più dettagliate sui progetti locali si trovano nel sito: www.requs.it/lauree_scientifiche/report_public.asp, da cui possono scaricarsi le sintesi delle attività dei progetti locali.

Le attività dei progetti locali

Per quanto riguarda le attività, tutte le sedi si sono impegnate prioritariamente sulla Linea di azione 1 *laboratori per studenti e insegnanti*. Questi laboratori sono stati concepiti e attuati principalmente come laboratori in cui gli studenti in parte assistono a dimostrazioni, in parte eseguono personalmente semplici sperimentazioni su tematiche di fisica, in base a un programma concordato precedentemente da docenti universitari e insegnanti, e illustrato agli studenti anche mediante la distribuzione di materiale didattico appositamente preparato. A conclusione dei laboratori, in molte sedi è stato chiesto agli studenti di produrre un elaborato che illustrasse l'attività svolta.

In alcune sedi sono stati realizzati laboratori residenziali organizzati in stage di studenti presso enti di ricerca, in generale realizzati subito dopo la conclusione dell'anno scolastico e con la partecipazione di un numero più limitato di ragazzi, selezionati a cura degli insegnanti, tra i più motivati.

L'attività che ha maggiormente impegnato le sedi è stata quella relativa ai «Laboratori studenti» e ai «Laboratori per studenti e insegnanti», che hanno visto il coinvolgimento attivo dei partecipanti, a conferma del principale obiettivo del progetto.

La strumentazione prevalentemente utilizzata era costituita da personal computer, strumenti scientifici (spesso sono stati messi a disposizione laboratori di ricerca, ma anche la strumentazione dei laboratori didattici è classificata come strumentazione scientifica) e strumenti multimediali (video, presentazioni).

Le attività si sono svolte nella maggior parte dei casi presso i laboratori dei Dipartimenti universitari di Fisica e qualche volta presso le scuole.

In molte sedi si è proceduto a verificare quanto è stato efficace l'intervento presso gli studenti, chiedendo loro di produrre un elaborato (spesso si è trattato di presentazioni e/o poster, che lo stesso studente, o gruppo di studenti, hanno presentato in occasione di un incontro conclusivo delle attività) in cui veniva descritta l'esperienza condotta in laboratorio. Una valutazione positiva è stata spesso accompagnata da premi, in qualche sede sono stati anche riconosciuti 1-2 CFU.

Si discosta dalle modalità di attuazione dei progetti locali ma ne condivide pienamente gli obiettivi, il progetto della sede di Udine che ha attivato un Master a distanza per docenti delle scuole superiori. Questo Master si sviluppa tipicamente attraverso strumenti informatici ed e-learning con lo scopo di formare

L'attività che ha maggiormente impegnato le sedi è stata quella relativa ai «Laboratori studenti» e ai «Laboratori per studenti e insegnanti», che hanno visto il coinvolgimento attivo dei partecipanti, a conferma del principale obiettivo del progetto

insegnanti esperti in didattica della fisica moderna attraverso attività sperimentali sugli esperimenti cruciali e sulle principali applicazioni della fisica quantistica e relativistica. I risultati attesi sono relativi alla formazione di ulteriori insegnanti sull'innovazione didattica in fisica nella scuola secondaria e la progettazione e realizzazione di materiali ed attività per l'orientamento formativo in fisica.

5.2 • Le azioni trasversali del Progetto nazionale

Il Progetto trasversale-nazionale ha visto la realizzazione di alcune attività trasversali:

- 5.2a *Coordinamento.*
- 5.2b *Diffusione di materiali e metodologie didattiche e di comunicazione della fisica.*
- 5.2c *Analisi di contesto su «Come i giovani percepiscono la fisica».*
- 5.2d *Indagine su «Professione fisico».*
- 5.2e *Analisi sull'esito del concorso alle borse di studio PLS-Fisica.*

5.2.a Coordinamento

L'azione di coordinamento ha avuto la funzione principale di raccordo con il Gruppo nazionale di coordinamento del PLS, con il Comitato Tecnico Scientifico nominato dal MIUR e con gli altri responsabili nazionali dei progetti delle altre aree. Con questi ultimi sono stati mantenuti costanti contatti in presenza, via e-mail e via video o teleconferenze. Attraverso il coordinamento nazionale si sono stabiliti rapporti di collaborazione con associazioni scientifiche (Società Italiana di Fisica) e di insegnanti (Associazione Insegnanti Fisica) e con Enti di ricerca che hanno condiviso e supportato le iniziative (INAF, INFN, INFN-CNR).

Il coordinamento è iniziato molti mesi prima dell'inizio ufficiale del Progetto. Sono stati necessari infatti diversi incontri del Gruppo nazionale di coordinamento (con i coordinatori nazionali dei Progetti OFI delle altre aree) per concordare strategie e obiettivi e molte riunioni dei referenti locali per condividere le linee di azione e gli obiettivi comuni, in riferimento ai quali poter gestire i progetti locali in piena autonomia nella scelta delle modalità attuative. Un coordinamento continuo anche via e-mail è stato necessario per la compilazione dei modelli B e del modello A, fino alla presentazione del Progetto nazionale il 30 giugno 2005.

Dopo l'approvazione del Progetto, l'azione di coordinamento ha operato per mantenere l'unitarietà del Progetto OFI-Fisica, favorendo lo sviluppo delle azioni locali in autonomia pur mantenendo obiettivi e principi comuni. Gran parte dell'attività di coordinamento soprattutto nel primo anno è stata dedi-

Un coordinamento continuo anche via e-mail è stato necessario per la compilazione dei modelli B e del modello A, fino alla presentazione del Progetto nazionale il 30 giugno 2005

cata a definire un sistema per il monitoraggio del Progetto, in collaborazione con i coordinatori nazionali degli altri progetti e con il Polo per la Qualità nella Scuola di Milano, che ha realizzato un sistema di immissione *on-line* dei dati inerenti le attività realizzate nelle varie sedi. Questo sistema permette di avere in modo ordinato molte informazioni sui progetti locali, altrimenti difficilmente reperibili, nonché un archivio storico delle attività e dei risultati ottenuti. È stato possibile in tal modo monitorare costantemente lo stato di avanzamento delle attività dei singoli progetti locali, anche allo scopo di un confronto fra le diverse metodologie adottate localmente per metterne in evidenza la diversa efficacia.

Organizzazione convegni e meeting

In particolare, nei due anni di attività sono stati organizzati:

- nel 2005 incontri fra i referenti dei progetti locali OFI-Fisica, al fine di mettere a punto le diverse procedure e modalità operative per avviare il progetto;
- nel 2006 diversi incontri nazionali fra i referenti locali per un confronto fra le iniziative avviate nel 1° anno nelle diverse sedi e fra i coordinatori dei progetti nazionali delle quattro discipline di interesse del PLS;
- a settembre 2006, in occasione del Congresso nazionale della Società Italiana di Fisica (Torino 18-23/09/06), per la Sezione «Didattica della Fisica» del Congresso, è stato dedicato un giorno a presentazioni (su invito e comunicazioni) sulle iniziative relative al PLS;
- il 12 luglio 2007, a conclusione delle attività del 2° anno, è stato organizzato a Catania un meeting nazionale PLS-Fisica, in cui i referenti dei progetti locali hanno presentato le attività di sede mettendo in evidenza in particolare le attività più efficaci, quelle che hanno riscosso maggior successo presso insegnanti e studenti delle scuole superiori;
- a settembre 2007, in occasione del Congresso nazionale della Società Italiana di Fisica (Pisa 24-29/09/07), nella Sezione «Didattica della Fisica» del Congresso sono state presentate in relazioni su invito e comunicazioni alcune iniziative relative al PLS;
- a ottobre 2007, in occasione del convegno «Comunicare Fisica2007», organizzato dall'INFN, una sessione è stata dedicata al Progetto «Lauree Scientifiche».

Le varie relazioni delle attività PLS presentate a congressi sono pubblicate negli atti dei convegni stessi.

Le relazioni presentate nei meeting PLS sono inserite nel sito: www.lauree-scientifiche-fisica.org.

5.2b Diffusione di materiali e metodologie didattiche e di comunicazione della fisica

Questa azione intende contribuire alla diffusione sul territorio nazionale di vari materiali progettati e utilizzati localmente, di modelli didattici innova-

Il 12 luglio 2007, a conclusione delle attività del 2° anno, è stato organizzato a Catania un meeting nazionale PLS-Fisica, in cui i referenti dei progetti locali hanno presentato le attività di sede

tivi sperimentati in alcune sedi, le cui esperienze possono essere trasferite e adattate in diversi contesti. È stato realizzato un sito del progetto, in cui vengono via via inseriti i vari documenti: www.laureescientifiche-fisica.org. Esso consente uno scambio di riflessioni e di esperienze, per un'analisi critica delle diverse metodologie didattiche e di comunicazione attivate nelle varie sedi.

5.2c Analisi di contesto: «Come i giovani percepiscono la fisica»

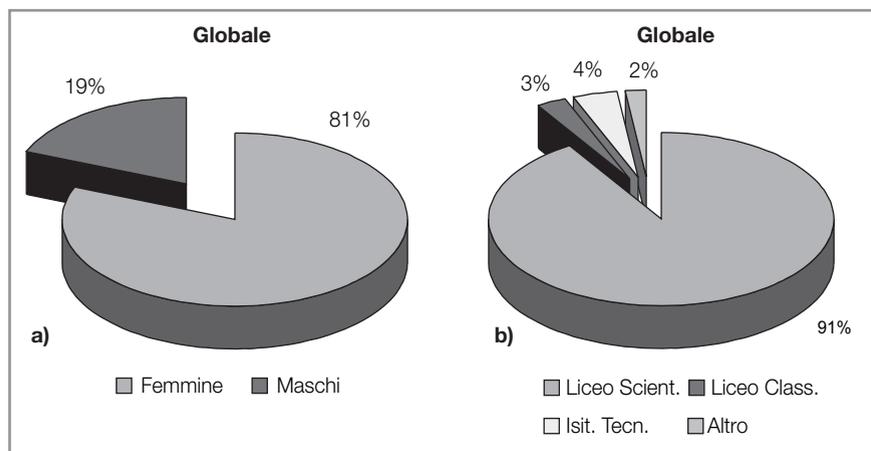
Per affrontare il problema delle crisi vocazionali verso le materie scientifiche e la fisica in particolare, è stata preliminarmente condotta un'indagine accurata sulle possibili motivazioni che hanno determinato e continuano a determinare il calo di interesse giovanile verso il sapere scientifico.

Allo scopo è stata condotta un'indagine su campioni di studenti opportunamente selezionati fra quelli comunque predisposti verso le materie scientifiche, per individuare i possibili modi per un orientamento efficace.

Sono stati sottoposti dei questionari agli studenti partecipanti alle prove regionali delle Olimpiadi di Fisica (10/02/06 e 09/02/2007).

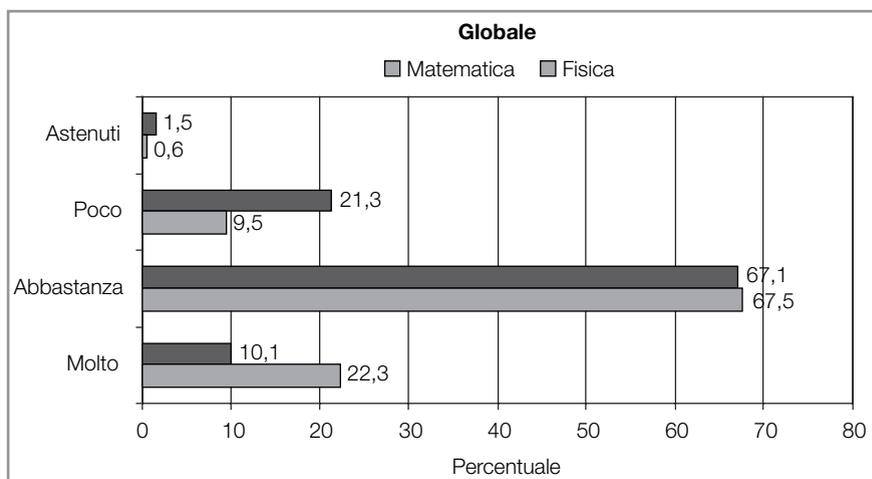
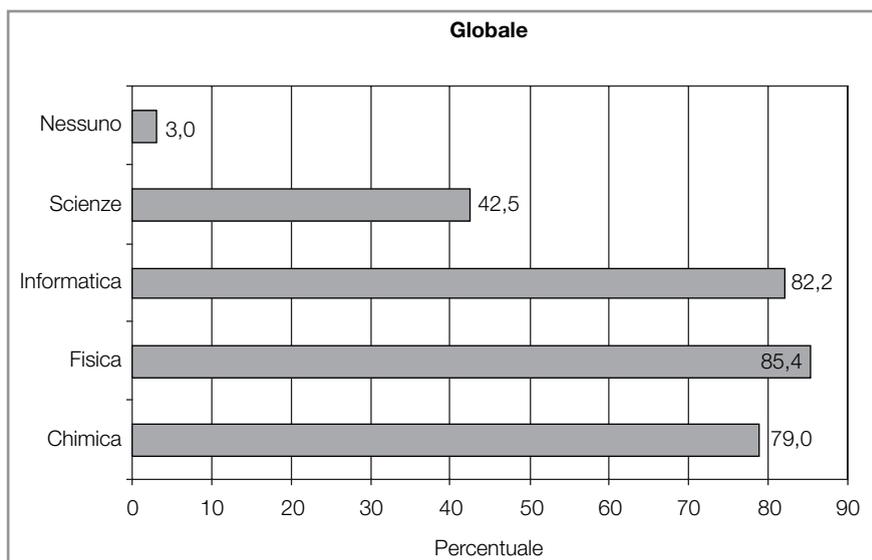
Sono stati analizzati circa 2000 questionari da 30 poli. Le sedi che hanno partecipato sono abbastanza omogeneamente distribuite sul territorio nazionale. I partecipanti sono prevalentemente ragazzi (81%) e provenienti dal Liceo Scientifico (91%) (Figura 5.1).

▼ **Figura 5.1** • a) Differenza di genere dei partecipanti e b) provenienza scolastica



Alcune domande del questionario danno indicazioni sulla propria preparazione in matematica e fisica e sul contesto scolastico (dotazioni di laboratori) in cui questi studenti sono inseriti (Figure 5.2 e 5.3).

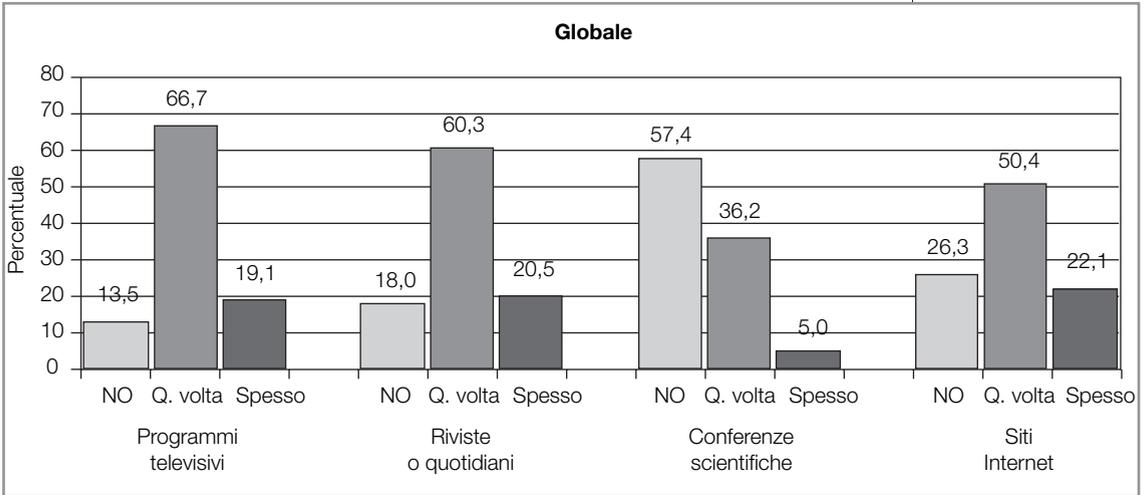
È stata condotta un'indagine su campioni di studenti opportunamente selezionati fra quelli comunque predisposti verso le materie scientifiche, per individuare i possibili modi per un orientamento efficace

▼ **Figura 5.2** • Preparazione in fisica e matematica▼ **Figura 5.3** • Dotazioni di laboratori nelle scuole

Le risposte su come i ragazzi si interessano alle questioni scientifiche sembrano mostrare che i ragazzi si interessano prevalentemente a livello personale a questi temi

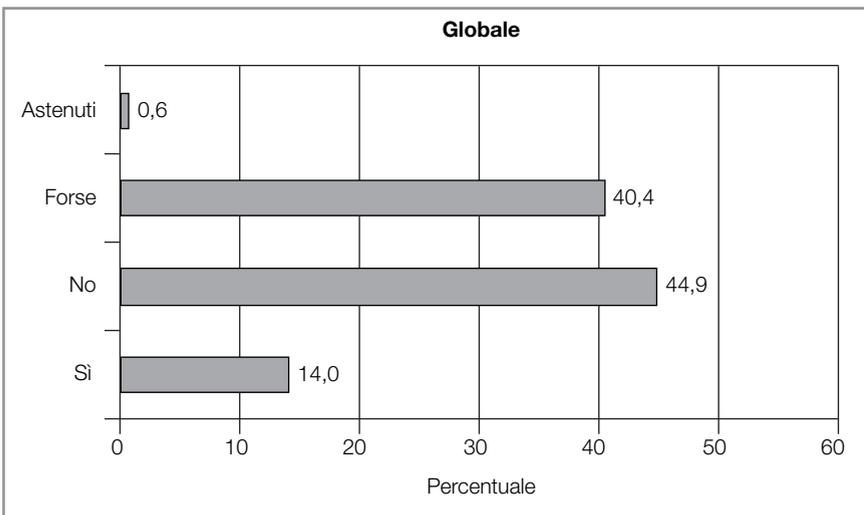
Inoltre le risposte al quesito su come i ragazzi si interessano alle questioni scientifiche (Figura 5.4) sembrano mostrare che i ragazzi si interessano prevalentemente a livello personale a questi temi attraverso la scelta di programmi televisivi o siti Internet o la lettura di riviste scientifico-divulgative. Il canale delle conferenze scientifiche non sembra riscuotere molto successo, ma questo potrebbe essere dovuto a una mancanza di coinvolgimento da parte dei propri insegnanti.

▼ **Figura 5.4** • «Ti capita di interessarti a questioni scientifiche attraverso...»

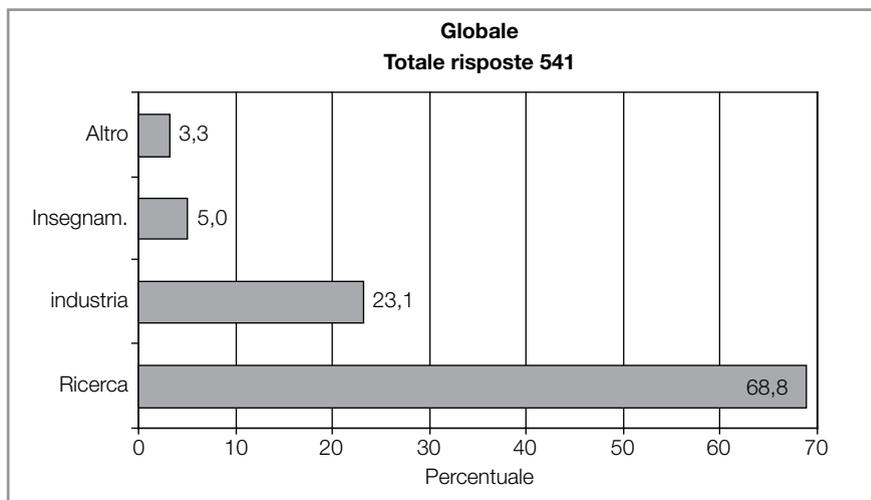


Se andiamo a considerare le risposte relative alla scelta del percorso universitario (Figura 5.5), si registra una propensione per l'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica uniformemente bassa (indipendentemente dalla provenienza geografica). Su un campione di studenti che dovrebbero essere particolarmente motivati verso le discipline scientifiche e che hanno sicuramente delle ottime conoscenze della disciplina, rispondono, nel 45% dei casi (la percentuale più alta di risposte negative si registra al Sud-Isole) con un «no» senza dubbi alla possibilità di iscrizione a un CdL in Fisica e con solo il 14% di risposte affer-

▼ **Figura 5.5** • «Pensi di iscriverti a Fisica?»



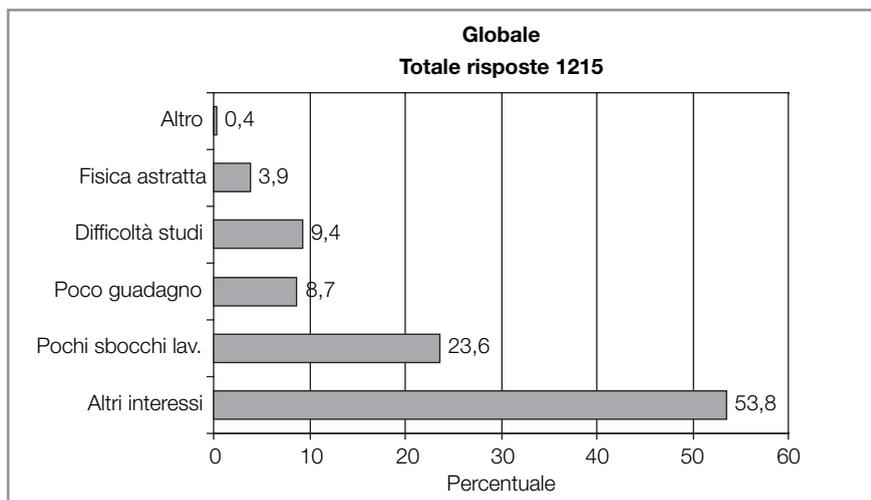
Si registra una propensione per l'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica uniformemente bassa (indipendente dalla provenienza geografica)

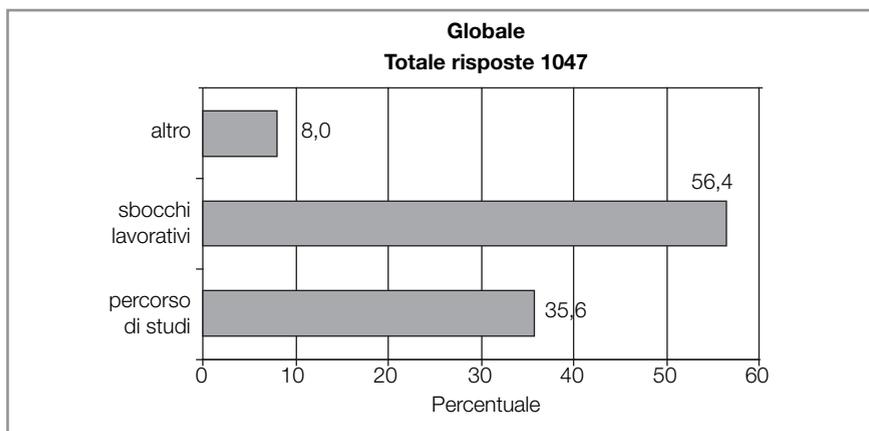
▼ **Figura 5.6** • «Se Sì, quali sono le tue aspettative lavorative?»

mative. Il restante 40% è ancora incerto nella scelta, ma se non si superano i dubbi espressi nelle risposte relative alla scelta universitaria, potrebbe optare per un altro CdL, sempre in ambito scientifico-tecnologico, che sembra avere più chiari sbocchi lavorativi.

I pochi ragazzi intenzionati a iscriversi a Fisica sono spinti (Figura 5.6) per due terzi dal desiderio di fare della ricerca il loro lavoro, mentre sono poco attratti dall'insegnamento, in misura del 5%. Uno sbocco in ambito industriale è ancora troppo poco percepito (23,1%) e prevalentemente nelle sedi che hanno nel territorio un chiaro comparto industriale.

I pochi ragazzi intenzionati a iscriversi a Fisica sono spinti per due terzi dal desiderio di fare della ricerca il loro lavoro, mentre sono poco attratti dallo insegnamento

▼ **Figura 5.7** • «Se non pensi di iscriverti a Fisica o sei ancora indeciso, perché?»

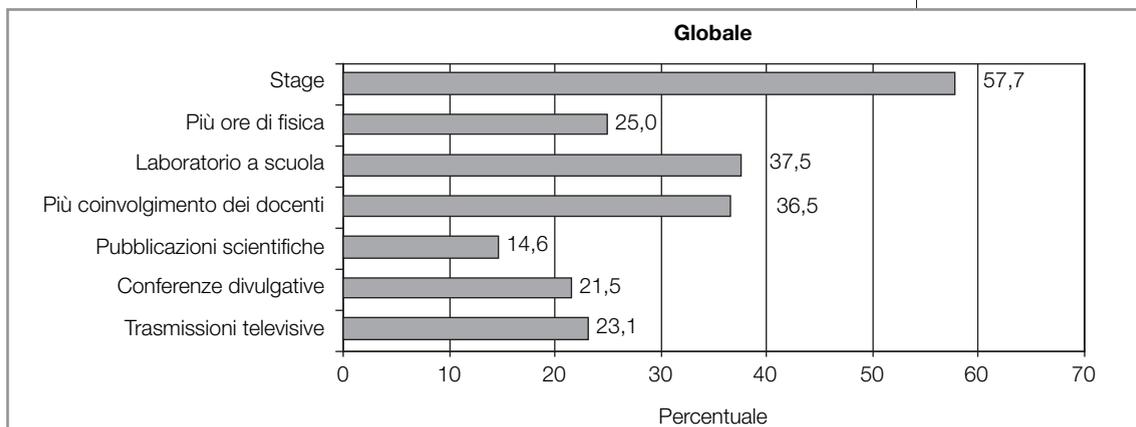
▼ **Figura 5.8** • «Quali informazioni ti mancano per poter decidere per un CdL in Fisica?»

Interessanti inoltre le risposte alla domanda sui motivi per cui non viene scelto il Corso di Laurea in Fisica come percorso universitario (Figura 5.7). Anche se altri interessi culturali sembrano costituire la motivazione più forte, i timori espressi dagli studenti sono prevalentemente legati alla difficoltà di trovare lavoro, mentre poco peso hanno le motivazioni legate alla difficoltà degli studi e a ritenere la fisica troppo astratta.

Riguardo le informazioni che gli studenti vorrebbero avere sui corsi di laurea scientifici (Figura 5.8), la curiosità è centrata più sulle prospettive lavorative che sulla organizzazione didattica: i giovani sono cioè più desiderosi di conoscere le possibilità di lavoro dopo la laurea.

Infine, le risposte alla domanda su come potrebbero essere incentivate le iscrizioni a Fisica sono forse le più utili per aiutarci a comprendere da dove nasca la disaffezione degli studenti delle scuole superiori per le materie scientifiche,

I timori espressi dagli studenti sono prevalentemente legati alla difficoltà di trovare lavoro, mentre poco peso hanno le motivazioni legate alla difficoltà degli studi

▼ **Figura 5.9** • «Come credi che potrebbero essere incentivate le iscrizioni a Fisica?»

in particolare per la Fisica. Dalla Figura 5.9, il desiderio più sentito sembra essere quello di un insegnamento della disciplina che curi di più l'aspetto pratico con un maggior coinvolgimento in attività di laboratorio. Grande curiosità e interesse desta il mondo della ricerca visto che una grande percentuale di studenti opta per una conoscenza diretta, attraverso gli stage, delle attività di ricerca. Scarso successo riscuotono invece le tradizionali forme di divulgazione attraverso conferenze, trasmissioni televisive o pubblicazioni.

I dati sembrano quindi confermare che per un efficace orientamento formativo, più che informativo, le azioni messe in atto nel Progetto «Lauree Scientifiche» sembrano essere quelle più opportune.

Il documento completo su questa indagine sarà presto pubblicato.

5.2d Indagine su «Professione Fisico»

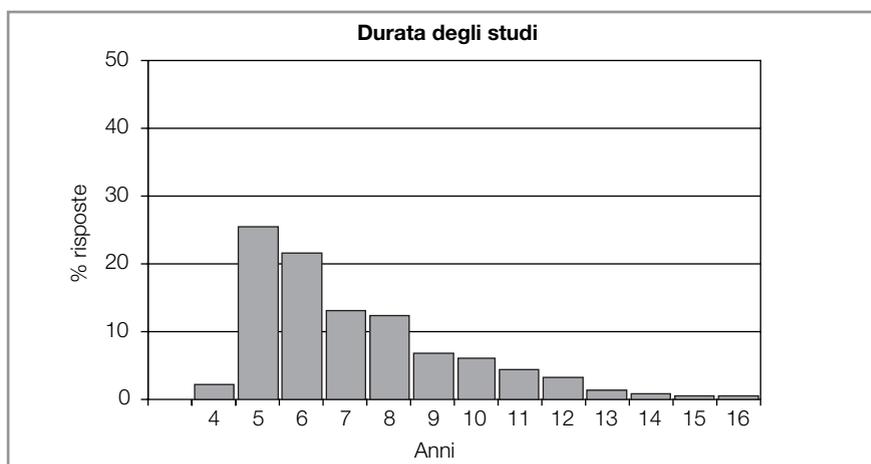
Con la collaborazione dei referenti locali dei due progetti PLS di Fisica OFI e «Formazione triennale, stage e postlaurea-Fisica» è stata avviata sul territorio nazionale un'indagine sulla situazione occupazionale dei laureati in Fisica degli ultimi dieci anni. L'analisi dei dati, che è attualmente in corso, potrà dare una risposta concreta e realistica alla domanda più ricorrente degli studenti.

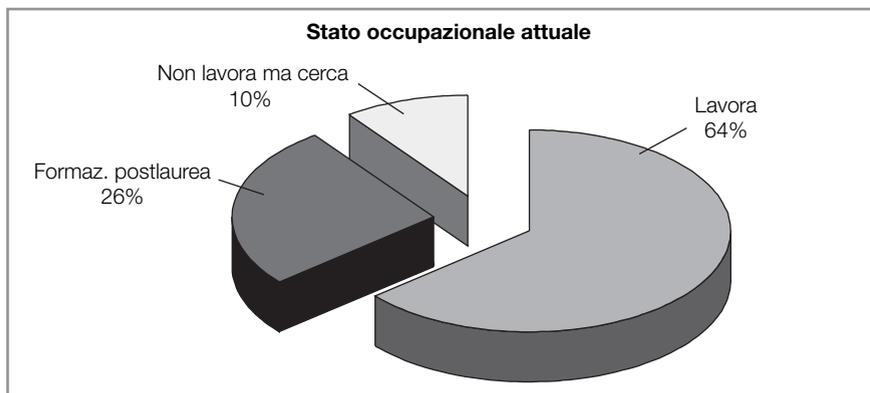
È stato richiesto ai laureati dal 1996 di compilare un questionario *on-line* o via *e-mail* relativo al proprio impiego e di dare dei suggerimenti sul CdL frequentato.

L'indagine ha riguardato l'intero territorio nazionale. Sono pervenuti questionari da quasi tutte le sedi contattate (tutti gli atenei in cui sono attivati Corsi di Laurea in Fisica).

Si riportano i risultati parziali preliminari dell'indagine su un campione che rappresenta circa il 10% (poco più di 1100 questionari) del campione interpellato. In particolare, su un campione di 997 risposte la differenza di genere si attesta su 63% maschi e 37% donne.

È stata avviata sul territorio nazionale un'indagine sulla situazione occupazionale dei laureati in Fisica degli ultimi dieci anni. L'analisi dei dati potrà dare una risposta concreta e realistica alla domanda più ricorrente degli studenti

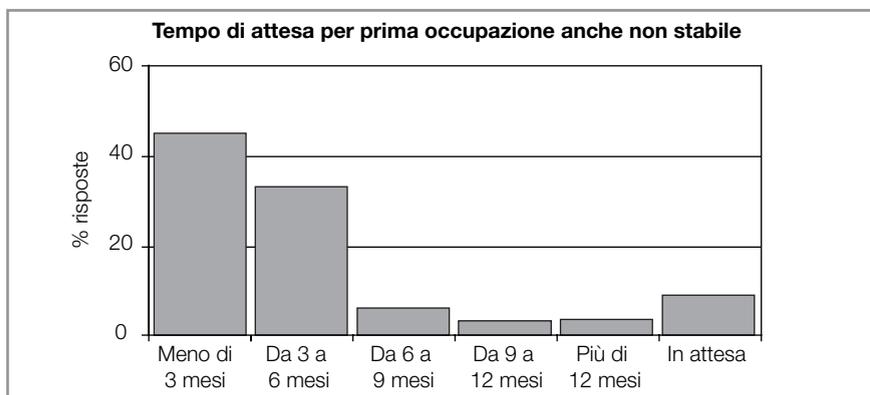




Considerando i laureati del Corso di Laurea quadriennale, relativamente alla durata degli studi circa il 50% degli intervistati ha conseguito la laurea in 5-6 anni, circa il 25% in 7-8 anni.

Al momento il 64% dei laureati che hanno risposto lavora, il 10% sta cercando lavoro, il restante 26% sta frequentando corsi postlaurea (specializzazione, dottorato, ...).

Chi attualmente lavora non ha dovuto attendere molto per la prima occupazione. Quasi l'80% degli intervistati che lavorano ha atteso meno di 6 mesi.

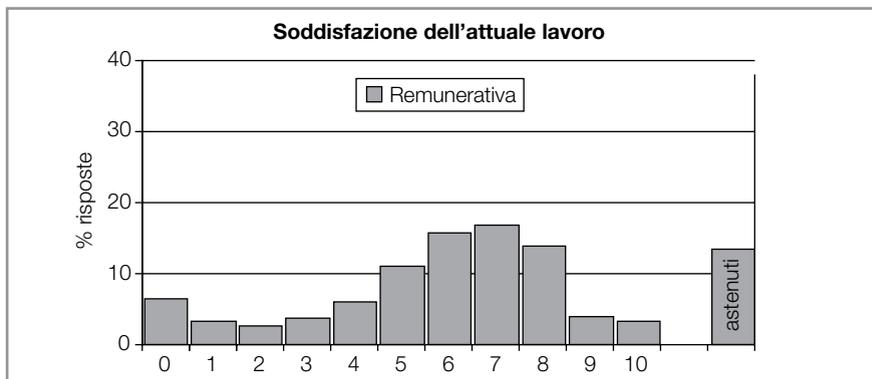
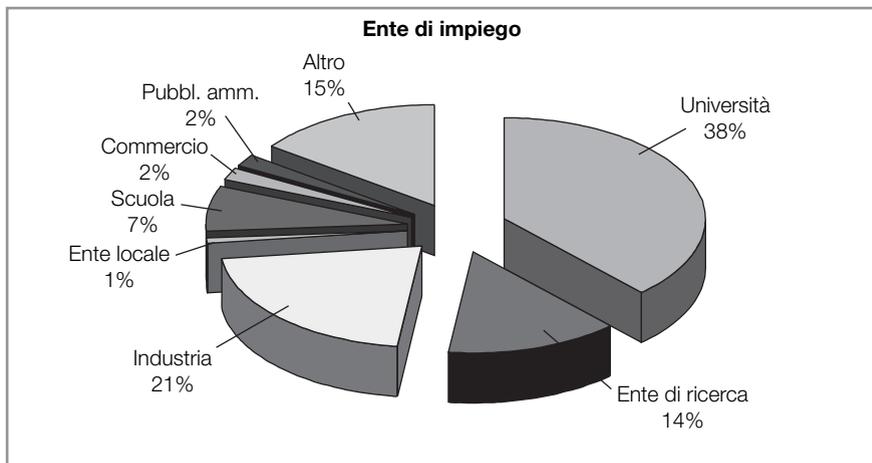


Fra chi lavora, il 56% sta facendo ricerca (il 32% in università e il 24% presso un ente di ricerca). Il 28% è impiegato in industria, il 12% insegna a scuola, il 3% è impiegato nel commercio e solo l'1% presso qualche ente locale.

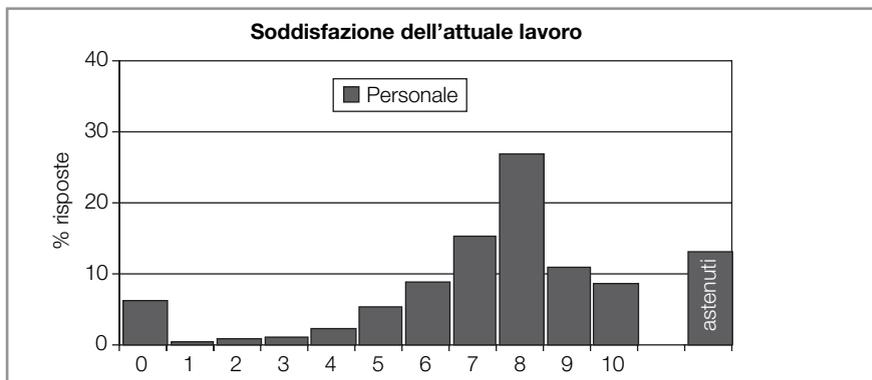
Alle domande sul grado di soddisfazione, i laureati in Fisica che stanno attualmente lavorando sono mediamente soddisfatti del lavoro che svolgono sia sotto il profilo personale sia di qualità del lavoro. Nelle figure la soddisfazione è espressa con una valutazione da 1 a 10.

Dal punto di vista remunerativo circa il 47% dei lavoratori esprime una soddisfazione fra la sufficienza e il buono (6-8).

Chi attualmente lavora non ha dovuto attendere molto per la prima occupazione. Quasi l'80% degli intervistati che lavorano ha atteso meno di 6 mesi

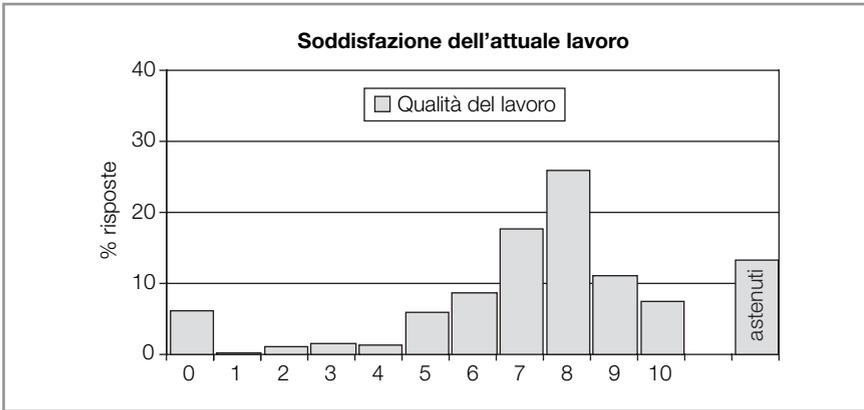


Maggiore è la soddisfazione dal punto di vista personale: il 53% esprime una valutazione alta, fra 7 e 9.



Molto apprezzata anche la qualità del lavoro. In una scala da 1 a 10, gli intervistati danno una valutazione fra 7 e 9 nel 55% dei casi.

Molto apprezzata anche la qualità del lavoro. In una scala da 1 a 10, gli intervistati danno una valutazione fra 7 e 9 nel 55% dei casi



Altre domande del questionario riguardano la pertinenza degli studi fatti con la tipologia di impiego e le competenze richieste nel lavoro che si svolge relativamente alle competenze acquisite nel curriculum universitario.

Al fine di mettere in evidenza eventuali particolari esperienze significative, ne è stata richiesta anche una breve descrizione, che potrà ulteriormente dettagliarsi con successivi contatti.

Il documento definitivo con l'analisi completa, differenziata per laureati prima e dopo la riforma, sarà presto pubblicato.

5.2e Analisi sull'esito del concorso alle borse di studio PLS-Fisica

Le 43 borse di studio promosse dal PLS per immatricolandi a Corsi di Laurea in Fisica sono state bandite grazie al supporto organizzativo della Società Italiana di Fisica (SIF) e grazie al cofinanziamento da parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e di alcune sedi universitarie, con il vincolo all'iscrizione alla sede cofinanziante.

La partecipazione al concorso per Fisica è stata piuttosto alta: su 498 domande pervenute alla sede della SIF, 452 sono stati i candidati che si sono presentati alle prove di selezione che si sono svolte contemporaneamente nelle varie sedi universitarie italiane il 7 settembre 2006. La prova di selezione, consistente in un questionario con 35 quesiti a risposta multipla, aveva come obiettivo di selezionare i migliori non solo sulla base delle conoscenze scientifiche, in particolare di fisica, ma anche sulla capacità di sviluppare un ragionamento scientifico. I 35 quesiti hanno riguardato prevalentemente argomenti di fisica, ma comprendevano anche argomenti di matematica, logica e cultura scientifica in generale e trattavano argomenti di norma svolti nella grande maggioranza degli Istituti di istruzione secondaria superiore. In particolare, i quesiti di fisica comprendevano i diversi temi della fisica usualmente affrontati nella Scuola media superiore: *Meccanica, Calorimetria e termodinamica, Eletticità e magnetismo, Ottica e onde.*

La prova di selezione, consistente in un questionario con 35 quesiti a risposta multipla, aveva come obiettivo di selezionare i migliori non solo sulla base delle conoscenze scientifiche, ma anche sulla capacità di sviluppare un ragionamento scientifico

L'analisi relativa all'andamento delle risposte al questionario ha permesso di individuare gli argomenti per i quali sono state riscontrate maggiori difficoltà da parte degli studenti

A conclusione delle procedure di assegnazione delle borse, è stata realizzata un'analisi per studiare il profilo dei circa 500 partecipanti al concorso di Fisica, attraverso la loro posizione in graduatoria e le risposte ai quesiti, anche in relazione alla loro provenienza geografica, al voto di diploma finale, alla tipologia di scuola superiore frequentata. Analisi più dettagliate sono state condotte in particolare sui campioni costituiti dagli idonei (i primi 179 studenti che hanno conseguito un punteggio maggiore o uguale al 75% del punteggio massimo conseguibile) e dai vincitori del concorso (i primi 43 studenti classificati). In tale analisi si è tenuto conto della graduatoria originaria, prima delle rinunce da parte di alcuni vincitori che hanno determinato lo scorrimento della graduatoria stessa.

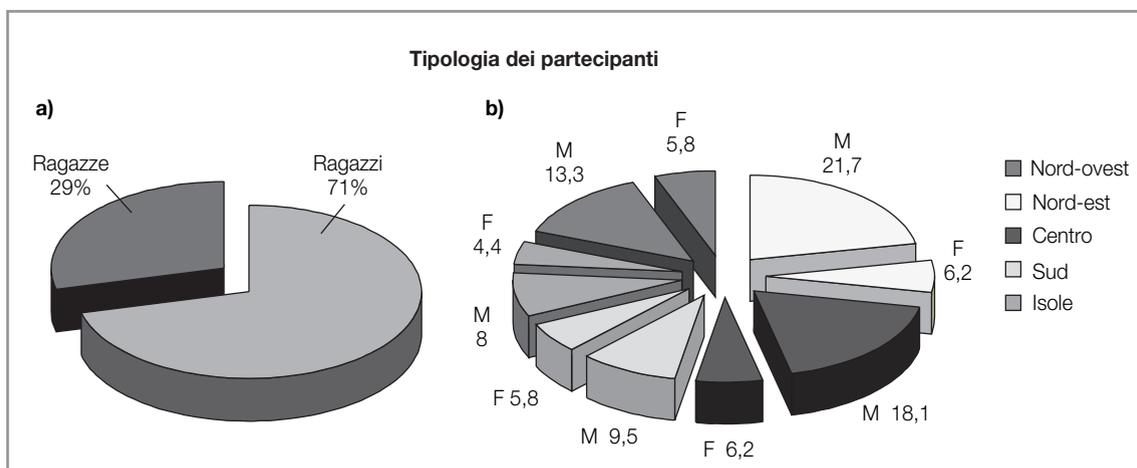
L'analisi relativa all'andamento delle risposte al questionario ha permesso di individuare gli argomenti per i quali sono state riscontrate maggiori difficoltà da parte degli studenti, anche se si tratta di un campione di studenti che rappresentano punte di eccellenza.

Si riportano alcuni dei risultati di un documento pubblicato sul «Giornale di Fisica», pubblicazione della Società Italiana di Fisica.

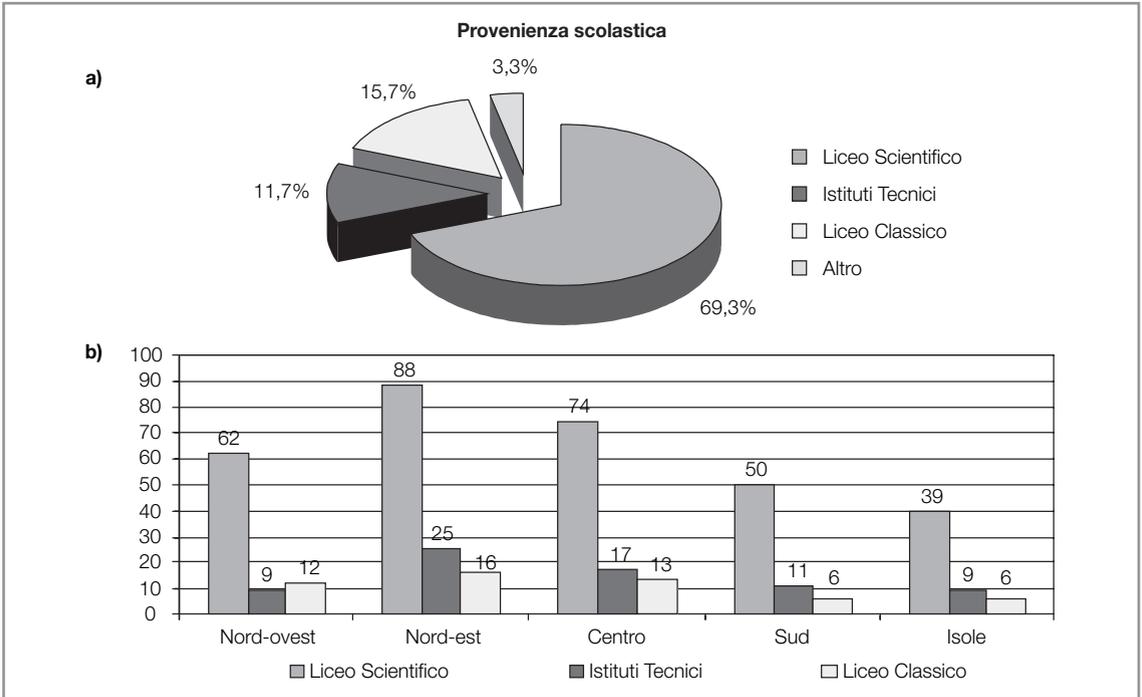
Tipologia dei concorrenti

Nelle Figure 5.10, 5.11 e 5.12 sono riassunti i dati relativi ai partecipanti al concorso, suddivisi per genere, secondo la provenienza geografica, la provenienza scolastica, il voto di diploma di maturità.

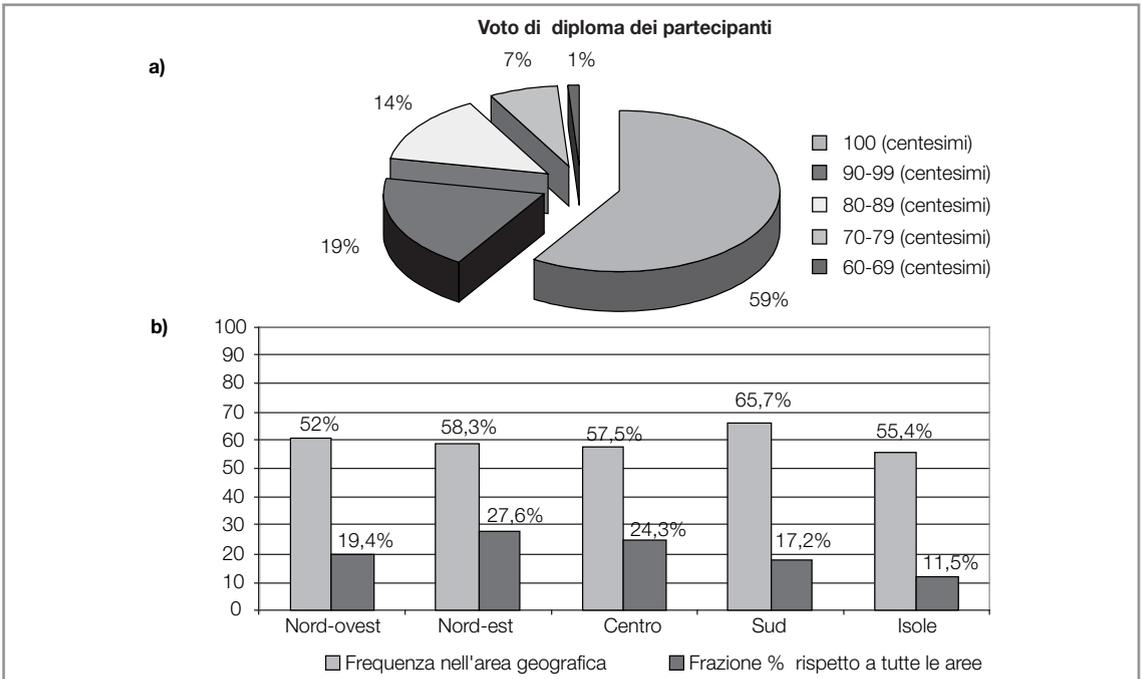
▼ **Figura 5.10** • Tipologia partecipanti: a) genere e b) provenienza geografica



▼ **Figura 5.11** • Provenienza scolastica a) su scala nazionale e b) per singola area geografica



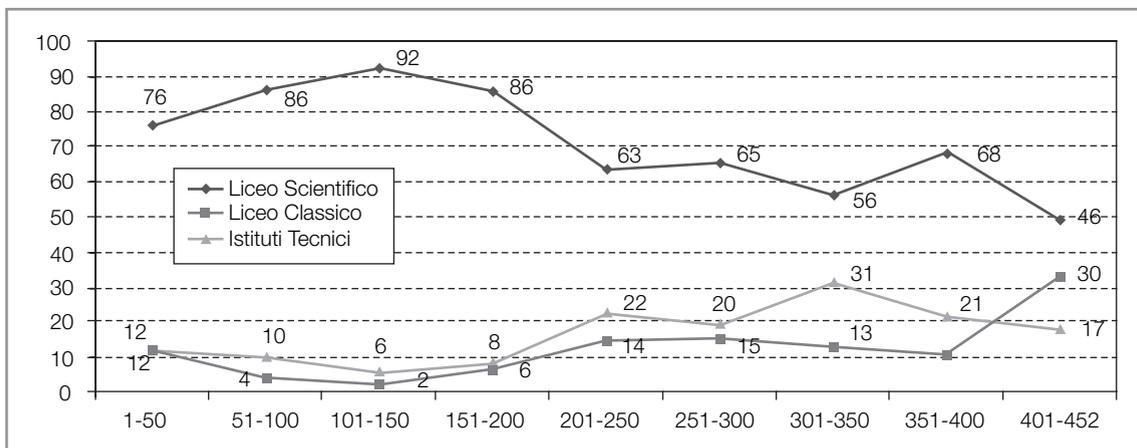
▼ **Figura 5.12** • a) Distribuzione dei voti di diploma; b) frequenza del voto 100 e frazione percentuale nelle diverse aree geografiche



Sono stati dichiarati idonei i concorrenti che hanno conseguito un punteggio di almeno il 75% del punteggio massimo conseguibile. Dei 452 partecipanti sono risultati idonei 179 concorrenti.

Come previsto dal bando, sono stati dichiarati vincitori i primi 43 in graduatoria.

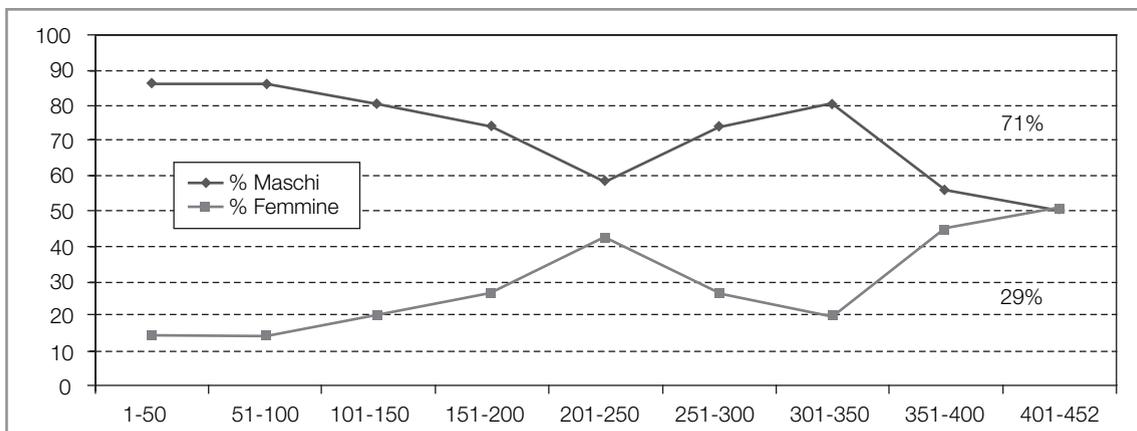
▼ **Figura 5.14** • Percentuale di studenti provenienti dai diversi Istituti secondo l'ordine in graduatoria



Suddividendo la graduatoria in intervalli di 50 studenti, per ciascuno di questi viene riportata in Figura 5.14 la percentuale di studenti secondo la scuola di provenienza.

Decisamente bassa, rispetto alla percentuale totale (29%) di ragazze partecipanti, la presenza di ragazze nella prima parte della graduatoria e via via crescente fino a un massimo del 50% in coda alla classifica (Figura 5.15).

▼ **Figura 5.15** • Partecipazione maschile e femminile secondo l'ordine in graduatoria



Interessanti sembrano essere i risultati relativi alla provenienza scolastica e geografica, che hanno messo in evidenza situazioni privilegiate: mediamente i migliori studenti provengono dal Nord e dal Liceo Scientifico, anche se, nel dettaglio di un'analisi incrociata, emergono i pochi studenti provenienti dal Sud e da scuole diverse dal Liceo Scientifico.

Considerando il gruppo dei 179 idonei, questi provengono da 27 delle 30 sedi universitarie del campione globale, con una prevalenza (44%) da Nord-est. Di essi 150 sono maschi (il 47% dei ragazzi partecipanti) e di questi 126 hanno frequentato il Liceo Scientifico e il 65% ha conseguito la maturità con 100. Le 29 ragazze classificate idonee costituiscono il 22% delle 131 ragazze partecipanti, rappresentando una fascia ristretta ma decisamente di qualità con una media di voto di diploma (99,4) più alta rispetto a quella dei ragazzi (96,2).

Il gruppo dei 43 vincitori è costituito da studenti provenienti da tutte le aree geografiche del territorio nazionale, con una percentuale del 56,8% dal Nord. I primi posti nella graduatoria sono appannaggio di ragazzi (37, corrispondenti all'11% dei ragazzi partecipanti) provenienti dal Liceo Scientifico (26) che in media hanno riportato 98,7 come voto agli esami di maturità. Sono solo 6 le ragazze nel gruppo dei vincitori (corrispondenti al 4% delle ragazze partecipanti) e tutte hanno conseguito il diploma di scuola superiore con 100.

Di particolare interesse inoltre quanto emerge, anche se attraverso un numero limitato di quesiti, relativamente alle competenze. I risultati vanno comunque interpretati con cautela, in quanto il campione analizzato è costituito da studenti eccellenti. Solo tre i quesiti a cui non ha saputo rispondere più del 50% dei candidati, a conferma che il campione analizzato è costituito da studenti in generale ben preparati.

Saranno i dati di prossime auspicabili edizioni di tale concorso a consentire di tracciare un quadro più completo sulle competenze e/o eventuali lacune scientifiche, in particolare in fisica, di studenti che comunque in queste discipline rappresentano punte di eccellenza.

Per maggiori dettagli, consultare la rivista SIF «Il Giornale di Fisica».

6 • ANALISI DEI DATI CONSUNTIVI DEI PROGETTI LOCALI

In generale la realizzazione delle attività del Progetto «Lauree Scientifiche», dopo il primo anno di sperimentazione che ha visto diverse difficoltà organizzative e logistiche in quasi tutte le sedi, nel secondo anno è stata migliorata ed estesa tenendo conto dell'esperienza fatta. In particolare, è stata ottimizzata la distribuzione temporale delle attività, che nel primo anno avevano sofferto di qualche ritardo, procedendo per tempo alla programmazione delle azioni con gli insegnanti e alla loro realizzazione con gli studenti delle scuole.

Interessanti i risultati relativi alla provenienza scolastica e geografica: mediamente i migliori studenti provengono dal Nord e dal Liceo Scientifico

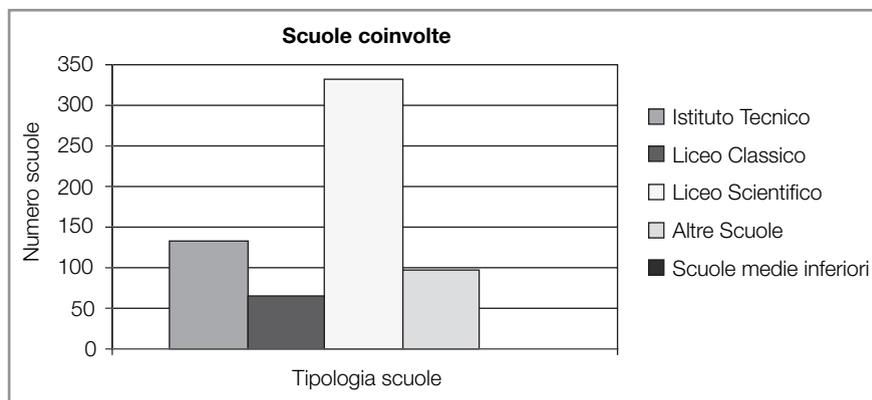
In generale, nel 1° e nel 2° anno, sono state intraprese le stesse attività, modificando, laddove opportuno, metodologie e contenuti, allo scopo di effettuare un confronto ed evidenziare quelle ottimali in funzione delle situazioni locali. Nel 2° anno sono passate alla fase di realizzazione quelle attività, come per esempio corsi di formazione per insegnanti (Master di UD e altri), che erano state progettate nel 1° anno. Sono stati aggiornati i siti web dei progetti locali in cui è stato inserito il materiale didattico prodotto.

Nel 2° anno di attività è stato esteso in alcune sedi il numero di enti, imprese, scuole e persone coinvolte nelle attività del Progetto e si è consolidato il raccordo con gliUSR, tuttavia, nonostante l'auspicio, in molte sedi è rimasto lacunoso il rapporto con il mondo imprenditoriale.

6.1 • Le risorse umane impegnate

Gli **Istituti scolastici** coinvolti (Figura 6.1) sono stati prevalentemente Licei Scientifici, meno i Licei Classici e gli Istituti Tecnici Industriali. Sono state coinvolte anche Scuole medie inferiori, anche se in numero molto limitato e limitatamente ad alcune sedi che tradizionalmente hanno forti collegamenti con tali tipi di Scuole.

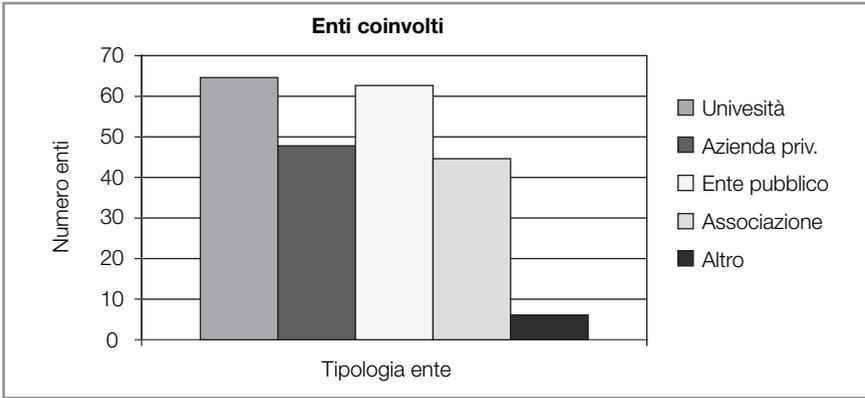
▼ **Figura 6.1** • Istituti scolastici coinvolti



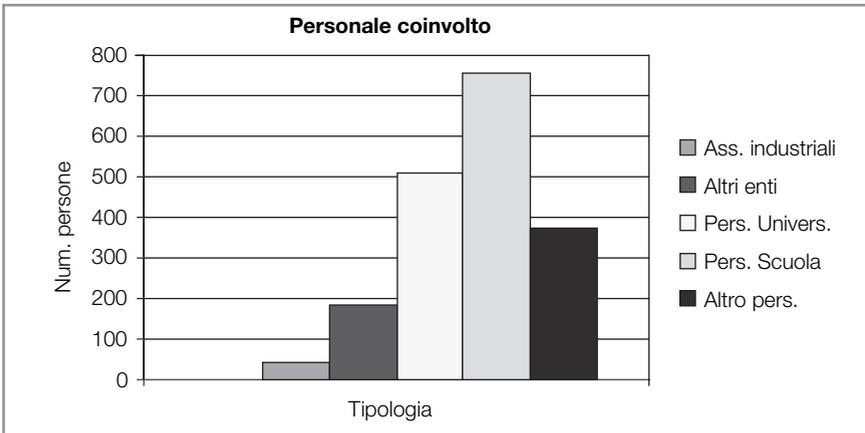
Il numero di Istituti scolastici coinvolti per ciascuna sede è nella maggior parte dei casi compreso fra 5 e 10, numeri ottimali sia dal punto di vista organizzativo sia di efficacia didattica

Il numero di Istituti scolastici coinvolti per ciascuna sede è nella maggior parte dei casi compreso fra 5 e 10, numeri ottimali sia dal punto di vista organizzativo sia di efficacia didattica, anche per il carattere sperimentale del Progetto. Con riferimento agli **enti partecipanti** (Figura 6.2), sembra abbastanza equilibrata la partecipazione di Università (diversi Dipartimenti coinvolti nelle sedi), enti pubblici (quasi sempre Enti di ricerca, INAF, INFN, CNR-INFN, nelle loro articolazioni locali) e aziende private e associazioni industriali. Il Progetto ha potuto godere del sostegno, sia a livello locale sia nazionale, dell'AIF (Associazione Insegnanti Fisica) e della SIF (Società Italiana di Fisica).

▼ **Figura 6.2** • Enti coinvolti nel Progetto



▼ **Figura 6.3** • Personale coinvolto nel Progetto



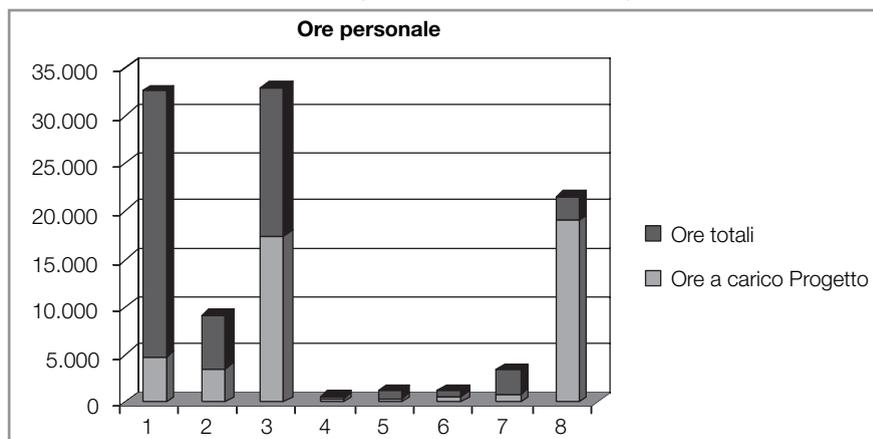
Il **personale docente della Scuola** rappresenta di gran lunga la frazione maggiore assieme al **personale universitario di ruolo**.

I dati numerici riassuntivi relativi alle 32 sedi del Progetto sono mostrati in Figura 6.3.

Per quanto riguarda i dati riassuntivi sul numero di **ore d'impegno** del personale, in Figura 6.4 vengono mostrati i dati relativi ai due anni.

Il personale docente della Scuola rappresenta di gran lunga la frazione maggiore assieme al personale universitario di ruolo

▼ **Figura 6.4** • Impegno orario del personale (1 = Doc. Univ.; 2 = Univ. Altro; 3 = Doc. Scuola; 4 = Scuola Altro; 5 = Ass. Ind.; 6 = Imprese; 7 = Enti; 8 = Contratti)



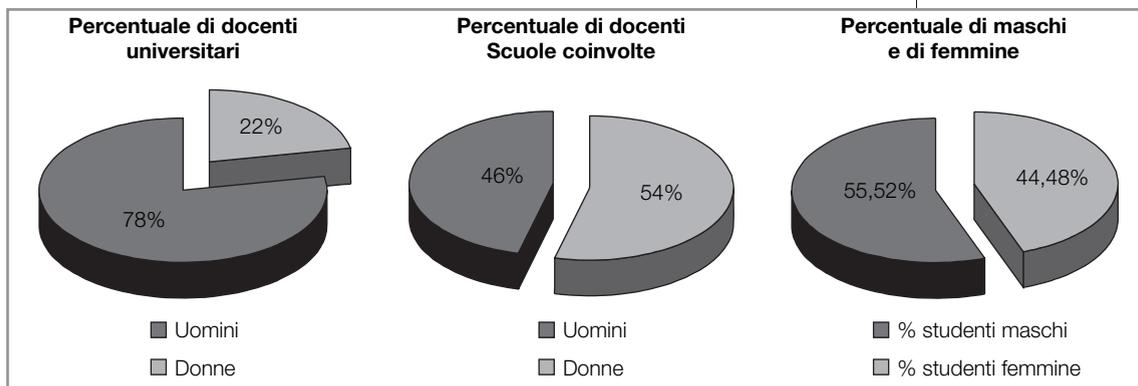
Si nota che il contributo maggiore proviene dai docenti universitari di ruolo (32.600 ore, di cui solo il 14% retribuite dal Progetto; moltissime le sedi nelle quali i docenti universitari hanno lavorato con compensi ridotti o nulli), dai docenti di ruolo della Scuola (32.962 ore, di cui poco più di metà retribuite a carico del progetto) e dal personale a contratto (prevalentemente esercitatori di laboratorio). Bassa invece la rappresentanza di personale delle associazioni industriali (2%) e di altri enti (3%).

Decisamente prevalente la partecipazione maschile fra i docenti universitari, mentre abbastanza equilibrato è il rapporto F/M degli insegnanti delle Scuole e ancora di più degli studenti che hanno partecipato alle attività

6.2 • La partecipazione di genere

Come abbiamo visto in contributi precedenti, particolare attenzione è rivolta anche alla questione di genere relativamente all'ulteriore scarso interesse femminile verso le discipline scientifiche, in particolare quelle oggetto del PLS. Uno dei motivi di tale atteggiamento negativo sembra potersi imputare alla mancanza o allo scarso numero di esempi femminili dedicati alla scienza. Nell'ambito del PLS-OFI-Fisica è stata quindi fatta attenzione alla differenza di genere nella partecipazione alle attività del PLS da parte di docenti universitari e di insegnanti delle scuole, che possono costituire esempio di interesse ed entusiasmo verso tematiche reputate poco declinabili al femminile. Per il PLS-OFI-Fisica i dati di partecipazione femminile e maschile sono rappresentati nella figura 6.5. Decisamente prevalente la partecipazione maschile fra i docenti universitari (che rispecchia probabilmente il rapporto F/M in ambiente universitario), mentre abbastanza equilibrato è il rapporto F/M degli insegnanti delle Scuole e ancora di più degli studenti che hanno partecipato alle attività. Questo sembra indicare che la differenza di genere nella scelta universitaria non derivi dal poco interesse delle ragazze ma piuttosto dalla loro percezione (del resto realistica) del poco sostegno esterno alle donne impegnate in ambito scientifico.

▼ **Figura 6.5** • Partecipazione di genere alle attività PLS



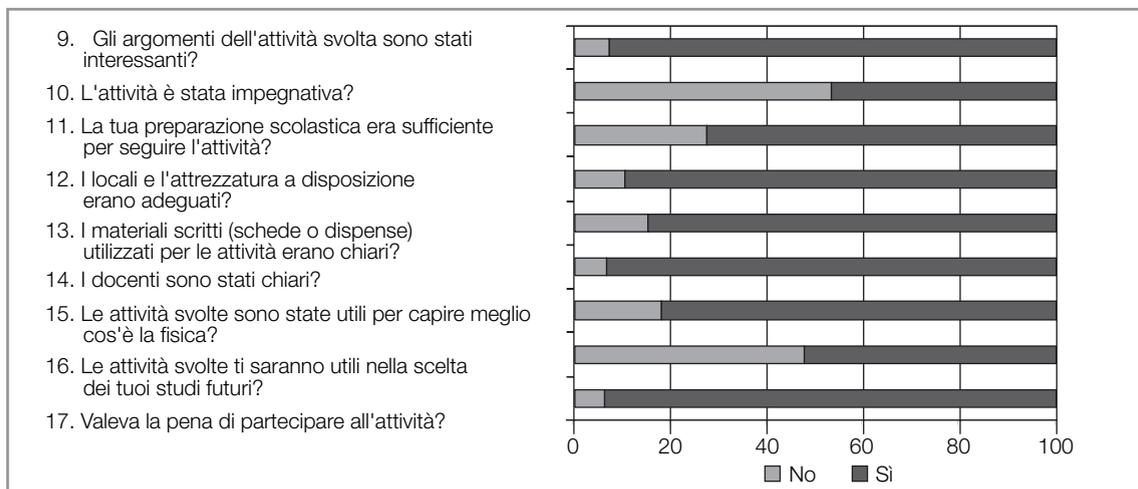
6.3 • Il gradimento di studenti e insegnanti

A conclusione delle attività sia del 1° sia del 2° anno sono stati sottoposti, nelle varie sedi, questionari sia agli insegnanti sia agli studenti che hanno partecipato alle attività del Progetto. Complessivamente sono stati raccolti 8822 questionari studenti.

Dai dati globali di 1° e 2° anno, riassunti in Figura 6.6 è abbastanza evidente l'alto gradimento riscosso dalle varie iniziative. In particolare, alla domanda se valesse la pena di partecipare alle attività il 94% degli studenti e il 98% degli insegnanti risponde positivamente, confermando la validità delle attività proposte come strumento per una migliore comprensione della disciplina e per suscitare un maggior interesse verso la fisica.

Alla domanda se valesse la pena di partecipare alle attività il 94% degli studenti e il 98% degli insegnanti risponde positivamente

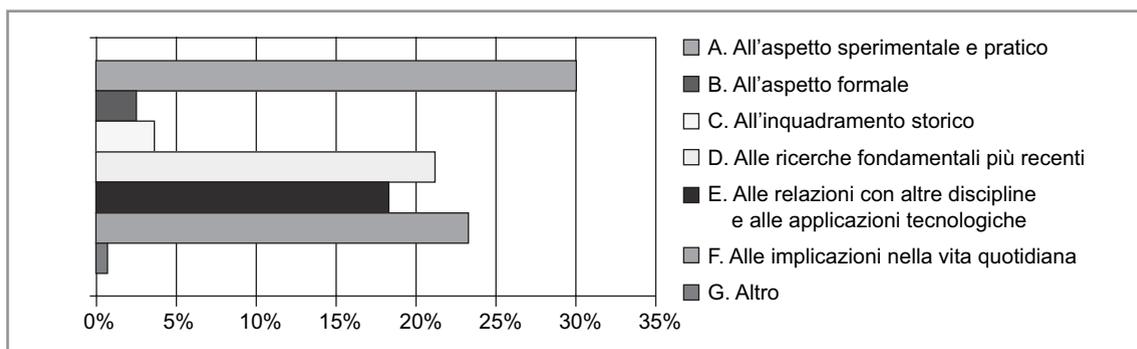
▼ **Figura 6.6** • Andamento delle risposte ai questionari sottoposti agli studenti



In particolare, risulta che le sperimentazioni proposte erano accessibili alla preparazione scolastica dei ragazzi, e che la qualità del materiale didattico impiegato e della prestazione del personale docente è risultata elevata.

Particolarmente indicative le risposte degli studenti a ulteriori quesiti (Figura 6.7) sugli interessi dei giovani verso la fisica e che sembrano confermare l'approccio scelto dal Progetto (la risposta più gettonata è l'interesse verso l'aspetto sperimentale); anche se solo il 34% degli intervistati si interessa alla fisica al di fuori dell'ambito scolastico.

▼ **Figura 6.7** • Interessi verso alcuni aspetti della disciplina



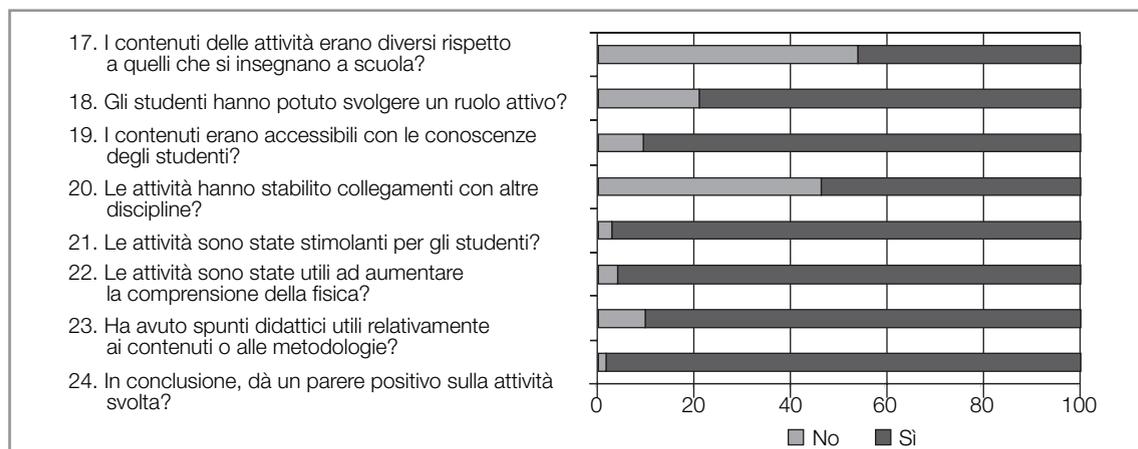
Per quanto riguarda i **questionari** sottoposti agli **insegnanti**, una percentuale molto elevata (98%) giudica (Figura 6.8) molto positivamente le attività del Progetto, ritiene costruttiva la collaborazione con i docenti universitari e utile la documentazione disponibile, anche se quasi il 31% dichiara che la partecipazione alle attività è stata molto impegnativa.

▼ **Figura 6.8** • Valutazione d'insieme delle attività da parte degli insegnanti delle Scuole secondarie



Molto positive sono anche le indicazioni relative alla ricaduta delle attività nella didattica ordinaria e quelle relative all'utilità per gli studenti (Figure 6.9). In particolare, a giudizio degli insegnanti, le attività svolte sono state stimolanti per gli studenti e hanno anche fornito agli insegnanti spunti didattici utili relativamente sia ai contenuti sia alle metodologie. Inoltre anche il grado di difficoltà delle sperimentazioni sembra essere stato ben calibrato, visto che i contenuti sono stati giudicati accessibili con le conoscenze degli studenti. La valutazione complessiva degli insegnanti sembra quindi indicare un netto successo delle attività promosse dal Progetto nelle sue articolazioni nelle diverse sedi.

▼ **Figura 6.9** • Valutazione della ricaduta didattica emersa dai questionari sottoposti agli insegnanti



7 • CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

A conclusione di questo biennio sperimentale delle attività del PLS-Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica, i risultati sembrano mettere in evidenza un oggettivo successo del Progetto. Una evidente generale soddisfazione è manifestata dai principali fruitori delle azioni del Progetto, attraverso le risposte ai questionari proposti a studenti e insegnanti, i quali hanno apprezzato sia le tipologie delle attività proposte, sia le modalità attuative adottate sia i contenuti disciplinari selezionati, anche se abbastanza diversificati nelle varie sedi, documentati dal materiale didattico prodotto.

Un ulteriore elemento di successo risiede nell'aver costituito una rete nazionale di università, scuole, enti, persone, che hanno affrontato costruttivamente e sul campo il rapporto Università-Scuola-Imprese, intessendo, attraverso la realizzazione di attività finalizzate a studenti e insegnanti, una rete di relazioni sia a livello locale sia nazionale, in particolare fra sistema universitario e sistema scolastico.

Una evidente generale soddisfazione è manifestata dai principali fruitori delle azioni del Progetto, attraverso le risposte ai questionari proposti a studenti e insegnanti

Il raggiungimento di questo soddisfacente risultato è frutto soprattutto dell'impegno di chi, a vario titolo e in varia misura, ha partecipato al Progetto, che va ringraziato e opportunamente stimolato.

La realizzazione delle azioni del Progetto ha costituito un'esperienza di grande interesse sia a livello locale sia nazionale (nelle azioni di coordinamento e monitoraggio), che ha dato luogo a un patrimonio di esperienze che sarebbe opportuno e auspicabile che non vada disperso, ma piuttosto ulteriormente rafforzato ed esteso se si vuole in modo efficace affrontare e risolvere il problema della formazione scientifica delle future generazioni.

8 • ANALISI DI CASI: ALCUNI ESEMPI DI ATTIVITÀ SIGNIFICATIVE

Vengono qui indicate alcune attività che, o per le tematiche affrontate o per le modalità di attuazione, possono ritenersi significativi esempi di successo e di trasferibilità anche in altri contesti.

Queste attività sono state individuate nell'ambito di ciascuna delle quattro linee di azione del PLS-OFI-Fisica.

8.1 • Laboratori per Studenti e Insegnanti delle Scuole superiori

I laboratori nelle varie sedi del Progetto di Fisica si sono sviluppati con diverse modalità di attuazione, ma tutti con la caratteristica comune di coinvolgere attivamente gli studenti e i loro insegnanti. Le tipologie che hanno in particolare caratteristiche di originalità e di esportabilità presso altre sedi universitarie o presso altre scuole possono sintetizzarsi in:

- *laboratori ex novo allestiti presso le strutture universitarie;*
- *laboratori in campo;*
- *laboratori in kit;*
- *laboratori con sensori on-line;*
- *laboratori virtuali;*
- *laboratori con materiale povero;*
- *laboratori sulla «fisica nel quotidiano»;*
- *laboratori di fisica moderna.*

Laboratori ex novo

La maggior parte delle attività laboratoriali si sono svolte presso i vari Dipartimenti di Fisica delle sedi universitarie utilizzando i laboratori didattici esistenti. Questa scelta ha permesso di attenuare il timore reverenziale con cui gli studenti si avvicinano al mondo universitario. Due sedi universitarie hanno particolarmente creduto nel Progetto e nelle sue potenzialità e hanno realizzato un laboratorio dedicato esclusivamente a studenti e insegnanti di Scuola supe-

La maggior parte delle attività laboratoriali si sono svolte presso i vari Dipartimenti di Fisica delle sedi universitarie utilizzando i laboratori didattici esistenti

riore; è il caso di *Labex* (Laboratori sperimentali) presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano «Bicocca» e *LaDiF* (Laboratorio Didattico per la Fisica) presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Palermo. Questa scelta permette di raggruppare la strumentazione in un unico luogo, il Dipartimento di Fisica, consentendone l'utilizzo da parte di più scuole.

In particolare per *Labex* la scelta, la preparazione e l'allestimento degli esperimenti sono avvenuti in collaborazione tra docenti universitari e docenti delle Scuole superiori; nel secondo anno il laboratorio è stato aperto agli studenti che ne hanno fatto ampio e proficuo utilizzo.

Gli argomenti scelti sono mirati a mettere in evidenza le Forze Fondamentali presenti in natura (Gravitazionali, Elettromagnetiche, Nucleari) attraverso esperimenti semplici (Torre, di 30 m, per lo studio della caduta di gravi; Forze tra cariche elettriche, tra magneti e tra fili percorsi da corrente; Produzione e rivelazione di onde elettromagnetiche – esperimento di Hertz –; Dualismo onda-particella della radiazione elettromagnetica – diffrazione ed effetto fotoelettrico dalla medesima sorgente –; Misura della velocità della luce; camera a scintilla per le interazioni particelle elementari-materia), non mediati da complesse apparecchiature che creano una barriera alla comprensione del fenomeno e al collegamento tra le grandezze finali da ricavare e quelle direttamente misurate.

Tutte le informazioni relative a *Labex* sono reperibili su: <http://moby.mib.infn.it/~labex/labex.html>.

Laboratori in campo

Alcune attività sperimentali in alcune sedi sono state condotte dagli studenti e dai loro insegnanti con campagne di misure in campo. Di particolare interesse le tematiche più attuali relative agli impatti fisici sull'ambiente. In particolare nella sede di Alessandria è stato affrontato il tema del campo magnetico naturale (campo magnetico terrestre) e dei campi elettromagnetici artificiali, questi ultimi generati principalmente da elettrodomestici e dai ripetitori di radio, televisione e telefonia. I possibili effetti sulla salute dell'uomo dei campi statici, ELF (*Extremely Low Frequency*) e RF (*Radio Frequency*) sono stati presentati nell'ambito di studi scientifici effettuati da organismi internazionali quali IARC e OMS. L'attività sperimentale, preceduta da una presentazione agli studenti svolta da un docente universitario e da un incaricato del dipartimento locale dell'ARPA, si è svolta o presso l'Università o presso gli IIS, o in luogo pubblico, con strumentazione fornita sia dall'ARPA-AL sia dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate. L'attenzione verso attività che riguardano il proprio territorio le rende ancora più coinvolgenti agli occhi dei ragazzi, e ancora di più se l'attività culmina in una relazione stilata da essi stessi. La valutazione positiva delle relazioni individuali degli studenti ha consentito il riconoscimento di un credito formativo.

L'attenzione verso attività che riguardano il proprio territorio le rende ancora più coinvolgenti agli occhi dei ragazzi, e ancora di più se l'attività culmina in una relazione stilata da essi stessi

In alcune sedi, come Milano, Trieste, Catania, Napoli i ragazzi delle Scuole sono stati coinvolti in misure di radioattività ambientale in ambienti chiusi facendo uso di rivelatori passivi CR-39, secondo protocolli di indagine ufficiali concordati con la sezione di Fisica Ambientale dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), sotto la supervisione degli insegnanti, opportunamente preparati e di ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, afferenti a progetti nazionali di questo ente.

In queste attività in campo il coinvolgimento anche di Enti locali quali le ARPA consente inoltre agli studenti di venire a diretto contatto anche con realtà lavorative in cui è necessaria la figura del fisico.

Laboratori in kit

Particolarmente interessante il progetto sviluppato presso la sede di Como, *Il fisico con la valigia*, che prevede il trasporto, il montaggio e l'esecuzione di esperimenti di fisica moderna presso i laboratori scolastici. Gli apparati sono in dotazione ai laboratori didattici dell'Università dell'Insubria. Le scuole interessate concordano uno o più interventi specificando le esperienze che desiderano includere nel programma scolastico (un elenco è stato pubblicizzato presso le scuole ed è consultabile *on-line* sul sito web www.dfm.uninsubria.it/pls). Personale universitario si reca presso il laboratorio di fisica della scuola e monta preliminarmente l'apparato. Il docente provvede a fornire alla classe le motivazioni e l'inquadramento generale delle problematiche relative all'esperimento previsto. Il personale universitario illustra in dettaglio l'esperimento e mostra l'apparato. Gli studenti, divisi in piccoli gruppi e sotto la supervisione dei docenti e del personale universitario, eseguono le misure ed effettuano l'analisi dati. In particolare sono stati proposti esperimenti sullo *spettro di corpo nero*, per uno studio della distribuzione di radiazione di corpo nero e la verifica sperimentale della legge di Wien attraverso l'uso di una sorgente di luce a incandescenza, con temperatura variabile, e di uno spettrofotometro a prisma; sulla *diffrazione di elettroni*, per mettere in evidenza la natura ondulatoria della materia, attraverso l'analisi delle figure d'interferenza generate da un fascio di elettroni che collidono su di un cristallo (legge di Bragg); sulla *misura della velocità della luce*, grazie alla nota procedura ideata da Foucault e perfezionata da Michelson agli inizi del Novecento, basata sulla misura dello spostamento di un fascio laser provocato da uno specchietto rotante con velocità angolare nota. Particolarmente interessanti presso la sede di Roma «La Sapienza» i Laboratori «*Ottica e onde*» e «*Oscillazioni*», che per la loro realizzazione hanno utilizzato kit di esperienze da assemblare realizzati in collaborazione con la ditta Altay su progettazione dei docenti universitari.

Le modalità di attuazione, i tempi e i modi dell'organizzazione degli incontri e le modalità di valutazione sono state concordate con gli insegnanti delle Scuole.

Particolarmente
interessante
il progetto
sviluppato
presso la sede
di Como,
*Il fisico con
la valigia*,
che prevede
il trasporto,
il montaggio
e l'esecuzione
di esperimenti
di fisica
moderna presso
i laboratori
scolastici

Oltre agli incontri in laboratorio, particolarmente accattivante è risultato il coinvolgimento in attività a casa con materiali di uso comune.

L'attività sperimentale era preceduta e seguita da test sottoposti agli studenti per la valutazione dell'attività svolta.

La valutazione finale del post-test e la frequenza ai corsi hanno costituito titolo per ricevere l'attestato che certificava l'attribuzione di due CFU.

Si riportano alcuni esempi di argomenti trattati nel Laboratorio «*Ottica e onde*»:

-*Rifrazione e dispersione da prisma* (applicazioni: fibre ottiche; spettroscopio a prisma; attività per casa: con una bottiglia PET, cartoncino, torcia si costruisce una 'fibra ottica' con lo zampillo dell'acqua che esce da un forellino alla base della bottiglia); -*Onde nei solidi, nei liquidi e onde acustiche* e applicazioni negli strumenti musicali; -*Interferenza e diffrazione* (fenomeni naturali; attività per casa: CD usato come reticolo di diffrazione); -*Polarizzazione e sue applicazioni*: analisi degli stress dei materiali; tecniche fotografiche e luce polarizzata; -*Colori e fenomeni naturali* (rifrazione, riflessione totale, dispersione, aloni (rifrazione da cristalli di ghiaccio nelle nuvole a cirri); corone (diffrazione da goccioline d'acqua nella nebbia o nelle nuvole), blu del cielo, raggio verde (dispersione e diffusione); attività per casa: i colori della TV (con tubo a raggi catodici); stampa in tricromia e quadricromia.

In entrambi i laboratori molto proficua e rilevante la collaborazione con la ditta Altay, che ha realizzato i kit, utilizzando un laureando¹ dell'indirizzo didattico come stagista, che ne ha curato anche le guide per la realizzazione delle esperienze e le schede di lavoro per gli studenti. Gli insegnanti già coinvolti hanno disseminato l'esperienza presso altri insegnanti della stessa scuola. I kit (uno di ottica e uno di oscillazioni) sono stati messi in produzione dalla ditta che li realizza, sicché il Laboratorio potrebbe essere esteso senza problemi a diverse realtà scolastiche.

Laboratori con sensori on-line

Una innovazione nei laboratori di fisica della Scuola secondaria può essere introdotta attraverso l'uso di sensori. Questo è quello che è stato realizzato nella sede di Pavia. Gli studenti utilizzano sensori e un *software* che permette la visualizzazione, sullo schermo del computer, di grandezze fisiche in funzione del tempo, mentre il fenomeno in studio si realizza. Questo tipo di rappresentazione «in tempo reale» favorisce: a) il coinvolgimento degli studenti in previsioni dell'andamento delle grandezze fisiche significative prima di avviare una esperienza; b) il confronto delle previsioni con i grafici visualizzati sullo

In entrambi i laboratori molto proficua e rilevante la collaborazione con la ditta Altay, che ha realizzato i kit, utilizzando un laureando dell'indirizzo didattico come stagista

1. La consegna dei materiali è stata resa possibile grazie alla collaborazione e all'impegno di un laureando che ha seguito entrambi i cicli di sperimentazione, ha curato le istruzioni per il montaggio e l'uso delle apparecchiature e si è laureato con il massimo dei voti a maggio del 2007 con una ottima tesi sul PLS nell'unità di ricerca di «Roma Uno».

schermo; c) la riflessione e la discussione con i compagni e con l'insegnante; d) il progetto di altre prove da eseguire per controllare e/o rivedere le idee iniziali. Questa modalità di lavoro offre allo studente la possibilità di percorrere il cammino completo dalla fase di osservazione di fenomeni fisici alla loro formalizzazione, coinvolgendolo in attività di laboratorio che richiedono discussione, confronto e collaborazione con i compagni e con l'insegnante per interpretare e discutere i risultati delle prove eseguite e per procedere efficacemente nel processo di modellizzazione. Ogni studente, al termine di ogni attività, ha compilato una relazione sul lavoro svolto utilizzando una scheda di lavoro, commentando i risultati sperimentali e i grafici ottenuti. Gli elaborati compilati dagli studenti e l'interazione con gli «assistenti» all'attività di laboratorio, hanno consentito di evidenziare alcuni punti critici nell'apprendimento da parte degli studenti.

I temi affrontati sono stati scelti sulla base dei risultati della ricerca in Didattica della Fisica svolta a livello internazionale. In particolare, presso alcune scuole sono state condotte, con l'utilizzo di sensori e data logger Xplorer GLX, esperienze di laboratorio di termodinamica.

Alcuni studenti, dopo aver concluso l'attività di laboratorio, hanno, a loro volta, assistito in laboratorio studenti dei turni successivi; altri hanno partecipato alla manifestazione «Scienza Under 18» presentando i dispositivi MBL (*Microcomputer-Based Laboratory*) usati in laboratorio.

Laboratori virtuali

In alcune sedi sono stati realizzati e sviluppati laboratori di fisica utilizzabili a distanza e che quindi possono essere fruiti da un numero elevato di utilizzatori. Due gli esempi più interessanti.

Il laboratorio virtuale del progetto di Modena «Fisica per le mie orecchie», basato sulla consapevolezza che l'acustica musicale è lo strumento ideale per comunicare anche le caratteristiche più astratte della fisica delle onde. È quindi possibile utilizzare la musica come tramite verso i concetti della fisica e la fisica come strumento per la comprensione dei fenomeni musicali. Per muoversi attraverso i diversi livelli di approfondimento è prevista una lezione introduttiva dal vivo che può essere svolta o presso il Dipartimento di Fisica o presso la scuola. L'ipertesto «Fisica per le mie orecchie» è per sua natura esportabile trattandosi di un sito web i cui contenuti sono disponibili, nel rispetto dei termini di una licenza *Creative Commons*, che ne consente l'utilizzo non commerciale direttamente in classe, da più classi.

L'indirizzo web del laboratorio è: <http://fisicaondemusica.unimore.it/>.

Anche la sede di Roma-3 si è cimentata nella sperimentazione di un laboratorio a distanza. Attraverso la connessione Internet al Laboratorio Remoto sito presso il Dipartimento di Fisica vengono effettuate esperienze riguardanti la diffrazione e l'interferenza nel campo delle onde ultrasoniche. Gli studenti, sotto la guida dei loro insegnanti di fisica, svolgono l'esperimento in tempo

In alcune sedi sono stati realizzati e sviluppati laboratori di fisica utilizzabili a distanza e che quindi possono essere fruiti da un numero elevato di utilizzatori

reale attraverso la connessione telematica e hanno il completo controllo delle modalità di sperimentazione e di acquisizione dei dati. È prevista la disponibilità in linea della documentazione completa sulle modalità di controllo e svolgimento dell'esperienza e del *software* per l'analisi dei dati.

Laboratori sulla «fisica nel quotidiano»

Notato che gli studenti chiedono maggior attenzione alle applicazioni della fisica nella vita quotidiana, presso la sede di Torino è stato prodotto del materiale, realizzato da insegnanti della Scuola media superiore in collaborazione con docenti universitari, sulla «fisica nel quotidiano». Sono stati scelti una decina di temi, su cui i gruppi hanno sviluppato schede di lavoro ed esperienze 'povere' che possono essere utilizzate da altri docenti e in altre scuole e che mettono gli studenti a diretto contatto con la fisica che è presente negli oggetti di uso comune. Alcuni esempi sono particolarmente attraenti:

- FISICA DELL'AUTO: *ABS, veicoli in curva, chiave a croce per i bulloni di pneumatici, sterzo, ammortizzatori, cinture, Air Bag, freni, spazio di frenata, autovelox.*
- FISICA DELLO SPORT: *bicicletta (in curva, stabilità), salto in alto (moto del centro di massa), tuffatore/pattinatrice, stabilità di una barca in acqua, navigazione a vela, fotofinish, curling.*
- FISICA IN CUCINA: *pentola a pressione, caffettiera, gelatiera, microonde, centrifuga per insalata.*
- FISICA MEDICA: *velocità del sangue in un'arteria, velocità del sangue (Doppler), ecografia, endoscopi, pacemaker, PET, raggi X, difetti della vista, misura della densità del corpo umano, trazione di arti.*
- FISICA E DIVERTIMENTI: *altalene, giro della morte, walkman e MP3, razzi nei fuochi d'artificio.*

Particolarmente interessanti sono stati anche i temi affrontati nei corsi/laboratori, destinati sia agli studenti sia agli insegnanti delle Scuole superiori, organizzati dalla sede di Bologna e che hanno riguardato in particolare argomenti di fisica applicata: misure meteorologiche; la radiazione e.m. al servizio di scienza, medicina e arte; celle fotovoltaiche ed energia solare.

Quest'ultimo tema è stato anche scelto per le attività della sede di Lecce. Per lo studio delle energie alternative sono stati acquistati e messi a disposizione delle scuole dei kit per la produzione di elettricità per mezzo dell'energia eolica e solare. La sperimentazione consiste nell'assemblare il contenuto dei kit e nell'utilizzare l'energia elettrica prodotta per alimentare un PC della sala computer. Le attività con gli studenti sono culminate in visite organizzate a una azienda locale, che produce pannelli solari, in cui gli studenti hanno potuto, con la guida dei propri docenti e dei fisici dell'azienda, approfondire non solo gli aspetti tecnico-scientifici, ma anche quelli socio-economici relativi all'utilizzo dell'energia solare.

Presso la sede di Torino è stato prodotto del materiale, realizzato da insegnanti della Scuola media superiore in collaborazione con docenti universitari, sulla «fisica nel quotidiano»

Laboratori di fisica moderna

Diverse sedi, come Brescia, Ferrara, Firenze, L'Aquila, Messina e Trento, hanno coinvolto gli studenti delle Scuole superiori e i loro insegnanti in attività laboratoriali su tematiche di fisica moderna, che spesso non vengono trattate nei programmi curriculari. Per queste attività risulta piuttosto impegnativo l'allestimento di esperienze che siano semplici dal punto di vista sia concettuale sia operativo e accessibili alla preparazione degli studenti. In alcuni casi uno sforzo ulteriore è stato fatto dal gruppo di docenti universitari e della Scuola per individuare esperienze trasportabili anche in un laboratorio didattico delle Scuole superiori.

Laboratori per insegnanti

La formazione in servizio è un problema importante in quanto rappresenta un potente canale che ci permette di influire positivamente sulla diffusione della cultura scientifica, e della fisica in particolare, nel nostro Paese.

Da questa consapevolezza, sono stati organizzati in varie sedi dei Corsi di Perfezionamento in cui è stata dominante la componente laboratoriale attiva.

Particolarmente significativi quelli organizzati nella sede di Lecce. A ogni corsista è stato consegnato uno zainetto contenente una calcolatrice grafica, un'interfaccia e una serie di vari sensori (di posizione, di forza, di campo magnetico, di suono, di luce, di temperatura, di tensione, ecc.), in modo da avere a disposizione un piccolo «laboratorio portatile» che permettesse l'esecuzione di esperimenti su varie branche della fisica e soprattutto di analizzare, mediante opportuno *software*, i risultati delle misure. Le attività erano relative alla preparazione e alla esecuzione di semplici esperienze di fisica da parte dei corsisti, che hanno prodotto anche delle schede che essi stessi o altri colleghi potranno utilizzare in futuro con i propri studenti.

Le schede redatte per guidare l'esecuzione delle esperienze sono consultabili sul sito «Lauree Scientifiche» di Lecce, all'indirizzo <http://www.fisica.unile.it/laureescientifichelaureescientifiche/>.

Si è fatta più attenzione all'aspetto pedagogico nelle sedi di Pisa, che ha attivato un Corso di Perfezionamento «*Strategie didattiche per promuovere un atteggiamento positivo verso la matematica e la fisica*», e di Padova, che ha attivato un Corso di Perfezionamento in «*Metodologia e Didattica della Fisica*», scegliendo come tema dominante la Fisica e la Meccanica Quantistica. Sono stati approfonditi sia l'aspetto storico nel passaggio dalla Fisica di Maxwell alla Fisica dei Quanti, sia l'aspetto fondamentale della Meccanica Quantistica e la verifica dei numerosi successi della Teoria dei Quanti nello studio della struttura della materia. Sono state organizzate lezioni sulla dinamica dei sistemi cognitivi complessi ed è stato organizzato un ciclo di seminari/laboratori su alcune tecniche per lo sviluppo della creatività dal titolo «*Il cambio di paradigma nel processo formativo, innovazione e creatività*».

La formazione in servizio è un problema importante in quanto rappresenta un potente canale che ci permette di influire positivamente sulla diffusione della cultura scientifica, e della fisica

L'uso di alcune di queste tecniche è stato sperimentato, con successo, durante le attività di laboratorio degli insegnanti-corsisti.

L'impegno di Pavia è stato quello di assicurare innovazione nell'insegnamento della fisica attraverso il corso di «*Formazione degli insegnanti sulle nuove tecnologie per l'insegnamento della meccanica e dei fenomeni termici*». Questi corsi sono stati organizzati presso i Laboratori Didattici dei Dipartimenti di Fisica, allo scopo di diffondere nella Scuola secondaria di secondo grado l'uso di strumenti di provata efficacia didattica, come i dispositivi MBL (*Microcomputer-Based Laboratory*) e per fornire agli insegnanti di fisica la possibilità di conoscere a fondo tali strumenti e valutarne le potenzialità educative.

In particolare, il percorso si è articolato in moduli dedicati all'uso dei dispositivi MBL, al *software* Video Point, appartenente alla categoria dei dispositivi VBL (*Video-Based Lab*), che permette di analizzare ed elaborare dati relativi a moti ripresi da telecamere. Gli insegnanti hanno analizzato, dal punto di vista didattico, *applet* sulla meccanica e sui fenomeni termici e la termodinamica, contenuti nel CD che accompagna il testo *Physlet Physics – (Interactive Illustrations, Explorations, and Problems for Introductory Physics)*, svolgendo attività da loro stessi progettate.

In relazione a questi corsi di formazione sono disponibili due guide per gli insegnanti che forniscono una panoramica di *applet* utili a potenziare l'insegnamento della meccanica e della termologia, e le schede di laboratorio di termologia che costituiscono una guida non solo all'attività sperimentale ma anche all'uso della strumentazione e del *software*.

Di particolare rilievo l'attivazione del MASTER UNIVERSITARIO DI II LIVELLO IN: INNOVAZIONE DIDATTICA IN FISICA E ORIENTAMENTO (IDIFO), coordinato dalla sede di Udine in collaborazione con nove Università cui si sono aggiunte sei Università cooperanti.

Per questo Master è stato scelto il tema: «*Fisica del Novecento*», con i seguenti obiettivi formativi:

- formazione degli insegnanti sui temi della fisica moderna e in particolare fisica quantistica e relativistica, fisica statistica e della materia, alla luce delle ricerche didattiche svolte in contesto internazionale;
- approfondimento delle competenze degli insegnanti sugli aspetti operativi delle strategie di proposte didattiche e in particolare su: esperimenti didattici sui problemi interpretativi cruciali della fisica del Novecento, tecniche di analisi della fisica della materia, *computer modelling*, ...;
- innovazione didattica nell'insegnamento della fisica a livello secondario con l'introduzione di proposte didattiche sui temi della fisica quantistica, relativistica, statistica e della materia;
- predisposizione e sperimentazione di materiali didattici per la formazione degli insegnanti e attività didattiche innovative con ragazzi, con modalità

In relazione a questi corsi di formazione sono disponibili due guide per gli insegnanti che forniscono una panoramica di *applet* utili a potenziare l'insegnamento della meccanica e della termologia

blended e quindi in parte in classe e in parte in rete telematica, anche per la personalizzazione e la conduzione dei percorsi di apprendimento;

- messa a punto di proposte sperimentate di orientamento formativo, basate sul *Problem Solving* per l'Orientamento (PSO), metodologia già validata a livello prototipale e da implementare nel contesto scolastico.

Gli ammessi al Master sono stati 31 di cui 20 con borsa.

Il Master, che si sviluppa in due anni, è stato organizzato in insegnamenti, telematici, raggruppati per moduli e per aree (generale, caratterizzante, progettuale, situata), su Quantistica, Relatività, Fisica statistica e Fisica della Materia, Cosmologia e particelle, Orientamento-PSO e attività di Workshop in presenza e Tesi, per un totale di 60 crediti per anno.

Il primo Workshop in presenza si è tenuto a Udine, 4-8 settembre 2006, e comprendeva attività di Laboratorio ed esperimenti (fisica quantistica e superconduttività), seminari e lavori di gruppo, Orientamento formativo e *problem solving*, Discussioni.

Il secondo Workshop in presenza si è tenuto a Udine, 19 marzo-3 aprile 2007, in collaborazione con *LEMI_EST Laboratori Esplorativi e Modelli Interpretativi per l'Educazione Scientifica e Tecnologica*. Le attività hanno compreso: 4 Tavole rotonde e 1 Convegno (meccanica quantistica, donne in ambito tecnico scientifico, scienza e umanesimo, modelli e modellazione), 13 Seminari tematici, 2 Laboratori di Fisica (fisica moderna, meccanica quantistica) e 2 Contributi da classi di scuola superiore.

Il terzo Workshop è stato organizzato, 23-28 luglio 2007, come SCUOLA ESTIVA per ragazzi (con 377 domande di partecipazione per 50 posti) e insegnanti in formazione su: Percorsi di FISICA MODERNA, Relatività, Quantistica, Cosmologia, Superconduttività, e soprattutto ESPERIMENTI.

Dettagli del Master IDIFO nel sito: <http://idifo.fisica.uniud.it/uPortal/render.userLayoutRootNode.uP>.

8.2 • Autovalutazione e consolidamento delle competenze di base

Sono state avviate in alcune sedi delle sperimentazioni, in particolare di *e-learning*, che consentono agli studenti (ma anche agli insegnanti) in maniera autonoma di valutare e di consolidare le proprie competenze scientifiche soprattutto in fisica.

In particolare la sede di Cosenza ha avviato, con diversi Licei Scientifici e Classici, una sperimentazione didattica su «*Promozione dell'uso di materiale didattico innovativo e sua validazione sperimentale*», basata sul confronto tra didattica tradizionale e multimediale con lezioni, erogazione e valutazione di test somministrati agli studenti all'inizio e alla fine delle attività di sperimentazione.

Il Master, che si sviluppa in due anni, è stato organizzato in insegnamenti, telematici, raggruppati per moduli e per aree (generale, caratterizzante, progettuale, situata)

I materiali prodotti, disponibili sul sito appositamente realizzato, www.fis.unical.it/pls_fisica, sono di facile consultazione ed esportabilità e consistono in:

- *learning object* prodotti dall'Università e sperimentati presso le Scuole partecipanti, su Cinematica, Effetto fotoelettrico, Ottica.
- materiali prodotti dagli insegnanti delle Scuole: Iper testo sul tempo, Apparatto sperimentale e iper testo su «Pendolo di Foucault», Esperimenti realizzati con materiali di facile reperibilità su elettromagnetismo, elettrolisi, onde sonore, anelli risonanti; Iper testo su Einstein; Esperimento sul calorimetro delle mescolanze con annessa documentazione multimediale; Iper testo su «La conquista dell'infinito».

Nella sede di Camerino è stato realizzato, come prodotto della collaborazione fra docenti universitari e della Scuola, «Video VIP, *Video di esperimenti Interattivi e Parametrici*», prodotto multimediale accessibile sulla piattaforma Moodle: <http://www.elearning-unicam.it/>.

Una particolare «*Progettazione e realizzazione di percorsi didattici con esperienze*» è stata realizzata dalla sede di Roma «Tor Vergata», a partire dalla constatazione che alcune parti dell'insegnamento della fisica vengono insegnate meno frequentemente, come per esempio la fisica moderna, o con scarso supporto di esperienze didattiche, come nel caso della termodinamica. L'attività ha cercato quindi di sopperire a tale carenza con la progettazione e la realizzazione di appositi moduli didattici, in particolare tre, su Fisica moderna, Onde, Termodinamica.

I moduli sono stati progettati attraverso una strettissima collaborazione tra docenti della Scuola e Università e sono stati poi sperimentati nelle attività didattiche dei docenti progettisti e degli altri docenti coinvolti nel progetto.

I prodotti realizzati sono stati resi in formato digitale su tre CD-ROM per una più semplice utilizzazione da parte dei docenti nelle Scuole e per avere la possibilità di essere facilmente esportati tramite il download dal sito web del progetto locale, <http://people.roma2.infn.it/~gandola/INDEX.htm>.

Una revisione dei contenuti essenziali dei programmi di fisica è stato l'impegno della sede di Genova, che sono stati integrati in un *Syllabus* di discipline scientifiche di base per studenti delle Scuole superiori, indipendentemente dalla prosecuzione degli studi a livello universitario.

L'attività è svolta in sinergia con il Progetto «*Lauree Scientifiche*»-*Matematica* e trae origine dall'attività locale del GLUES (Gruppo di Lavoro integrato Università E Scuola). Nel *Syllabus* vengono proposti esperimenti di approfondimento ed esercizi numerici di consolidamento, con alcune esemplificazioni di argomenti affrontati in modo interdisciplinare. Viene sviluppato in unità didattiche e relative verifiche su: Esponenziali e logaritmi e applicazione alla datazione di un reperto archeologico; Parabola e sue applicazioni alla fisica;

I moduli sono stati progettati attraverso una strettissima collaborazione tra docenti della Scuola e Università e sono stati poi sperimentati nelle attività didattiche dei docenti progettisti e degli altri docenti coinvolti nel progetto

Funzioni trigonometriche e applicazioni ai moti alternati e al metodo della triangolazione per le misurazioni topografiche.

Nella messa a punto delle verifiche sugli argomenti proposti nelle unità didattiche è stata posta particolare attenzione non solo alla parte puramente tecnica ma anche all'analisi e comprensione di un testo collegato all'argomento e alla motivazione e chiarezza espositiva delle risposte.

Sulla lettura critica e comprensione di testi scientifici di divulgazione si basano due particolari e interessanti progetti, il «*Progetto Lettura-la curiosità fa lo scienziato*», della sede di Modena, sviluppato in un'attività integrata cui partecipano il Dipartimento di Fisica, le Scuole superiori e il Comune di Modena attraverso la rete delle biblioteche civiche. Si propone alle classi di lavorare su alcuni testi divulgativi riguardanti recenti progressi scientifici con l'obiettivo di stendere un articolo di carattere divulgativo sul tema scelto, per esempio nel 2007: *Nanomeraviglie – Natura e invenzione*.

L'attività si svolge con incontri tra organizzatori, insegnanti e studenti, lezioni introduttive e distribuzione dei libri, laboratori in classe guidati dagli insegnanti di fisica e di lettere, incontro-intervista con l'autore, conferenza serale dell'autore, valutazione degli elaborati, premiazione della classe che ha presentato il migliore elaborato e proposta di pubblicazione alla stampa locale.

L'altra sede è Pisa che ha proposto il Progetto «*Physics and Magazines: Laboratorio di letture scientifiche*», con attività laboratoriali di lettura critica e analisi di testi scientifici e relativa discussione, per esempio, sulla introduzione del concetto di campo in elettromagnetismo attraverso la lettura di alcuni articoli sui lavori di Faraday e di Ampère.

8.3 • Valorizzazione dei talenti

Diverse iniziative sono state proposte dalle sedi con l'obiettivo prevalente di dare a giovani particolarmente motivati e brillanti l'opportunità di vivere esperienze eccitanti, quali la partecipazione ad attività di ricerca attraverso soggiorni premio o stage presso laboratori di enti di ricerca.

Particolarmente interessante l'iniziativa di Roma Tre che ha organizzato un *Campo Scuola*, replicato nei due anni del PLS, in collaborazione con il museo del Balì di Saltare (PU), offrendo agli studenti (24 studenti accompagnati da 2 insegnanti) del Liceo Scientifico «Righi» di Roma la possibilità di trascorrere cinque giorni nella villa settecentesca che ospita il Museo del Balì, con lezioni tenute da docenti del Dipartimento di Fisica e attività pratiche di laboratorio (è stato prodotto un CD contenente i materiali delle lezioni e dei laboratori). Oltre alle attività didattiche sono state proposte attività ludiche ed escursioni pomeridiane in località di grande interesse storico, artistico o naturalistico.

Anche la sede di Siena ha organizzato uno *stage estivo*, a Piancastagnaio presso la Riserva Naturale del Pigelleto, dove in quattro giorni della prima settimana

Nel *Syllabus* vengono proposti esperimenti di approfondimento ed esercizi numerici di consolidamento, con alcune esemplificazioni di argomenti affrontati in modo interdisciplinare

di settembre alcuni studenti (35/40 per anno) di terza o quarta, scelti dalle scuole pilota, hanno partecipato a una scuola di orientamento estiva sulla fisica, in particolare sui temi «*Luce, colore, cielo: come vediamo il mondo e perché*» il 1° anno ed «*Energia*» il 2° anno.

È stato dato molto spazio alle attività di laboratorio svolte in piccoli gruppi di studenti che, pur sostenendo un ritmo di attività molto intenso tra seminari e laboratorio e serate di osservazione del cielo, hanno mostrato un vivo interesse per le attività proposte e si sono cimentati nell'esposizione finale di quanto osservato in laboratorio: www.unisi.it/fisica/laureescient/orientam/stage/index.htm.

Più piccoli i numeri di studenti, sei del 5° anno, scelti da una commissione esaminatrice, per lo *stage estivo* residenziale presso i Laboratori Nazionali INFN di Frascati, organizzato dalla sede di Bologna.

Molto coinvolgente il progetto DRAGO (Didattica in Rete Applicando i Gruppi On-line) presso la sede di Catania e organizzato dal polo distaccato di Ragusa, che ha interessato un folto gruppo di studenti che, da diverse scuole non solo della provincia di RG e della Sicilia, durante l'a.s. hanno colloquiato in rete, fra di loro e anche con docenti e tutor universitari, su tematiche di fisica, in particolare su «*Fluidodinamica e volo*» il 1° anno e su «*Il nucleo atomico dalla sua scoperta a oggi*» il 2° anno. L'attività si è conclusa con una «tre giorni residenziali» presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia-UniCT, dove i ragazzi, oltre a partecipare ad attività nei laboratori di ricerca, sono stati i relatori dei lavori da essi stessi prodotti (contenuti in due CD), come in una vera conferenza tematica.

8.4 • Promozione della fisica

Diverse le iniziative in questa linea di azione con l'obiettivo di far percepire la fisica come un'attività culturale che fuoriesce dai confini delle comunità degli addetti ai lavori e diventa parte costituiva della cultura diffusa nella società.

Fra le attività di promozione particolare attenzione meritano le iniziative della sede di Milano, legate a rappresentazioni teatrali. Infatti la scienza e la tecnica hanno un ruolo così importante e pervasivo nella cultura della modernità che è impensabile che un'attività culturale come il teatro possa evitare di trattarle. Naturalmente le biografie scientifiche sono quelle che meglio si prestano a una drammatizzazione. Per questo, per il Progetto «Lauree Scientifiche» è stato scelto di mettere in scena un'opera inedita per il pubblico italiano: *QED – Un giorno nella vita di Richard Feynman*. Lo spettacolo è stato organizzato in stretta collaborazione con Assolombarda e associato, nelle sue prime tre repliche all'iniziativa «Orientagiovani». L'opera rappresenta un grande carismatico fisico, Richard Feynman, Premio Nobel, in un momento particolare della sua esistenza. Nello spettacolo le intersezioni tra la vita privata, pubblica e scientifica

Molto coinvolgente il progetto DRAGO (Didattica in Rete Applicando i Gruppi On-line) presso la sede di Catania e organizzato dal polo distaccato di Ragusa

sono rese con eccezionale evidenza e aiutano a percepire lo scienziato come un individuo complesso totalmente e agevolmente immerso nella vita che gli scorre intorno e alla quale si abbandona con la lucidità e la perspicacia che lo contraddistinguono quando affronta problemi di fisica.

Ancora nella sede di Milano l'iniziativa «*Lo Spettacolo della Fisica*» ha visto la partecipazione attiva di studenti delle Scuole secondarie. Infatti lo Spettacolo è stato inserito dall'Ufficio Scolastico Regionale in un concorso rivolto agli studenti delle Scuole superiori dal titolo: «Lo spettacolo della fisica. Una classe secondaria adotta una classe primaria». Circa 600 studenti provenienti da Scuole superiori della Lombardia hanno assistito a due rappresentazioni dello spettacolo e hanno approfondito in classe con i loro insegnanti gli argomenti scientifici proposti nello spettacolo e le modalità di rappresentazione attraverso le tecniche teatrali. Gli insegnanti, in questa fase sono stati seguiti da due fisici del Dipartimento di Fisica.

La partecipazione degli studenti alle attività dello «*Spettacolo della Fisica*» è consistita nella visione dello spettacolo e nella realizzazione autonoma di alcuni esperimenti dello spettacolo attraverso la progettazione e la realizzazione di esperienze dimostrative per i bambini delle Scuole elementari. Sono stati coinvolti nell'iniziativa anche studenti dei primi anni del Corso di Laurea in Fisica sia per scopi didattici sia per permettere l'approfondimento di tematiche scientifiche, ma soprattutto per l'orientamento degli studenti delle Scuole superiori attraverso interlocutori giovani a loro più vicini.

In una reazione a catena, nella sede di Catania, insegnanti, tirocinanti SIS e studenti delle Scuole superiori hanno trasmesso entusiasmo e conoscenze a studenti delle Scuole superiori, medie ed elementari e loro familiari, attraverso l'allestimento di esperienze interattive in una mostra, presso un Liceo Classico della città, che ha visto lavorare a fianco docenti e studenti che, nel selezionare e costruire le esperienze da esporre e nel presentarle ai coetanei in visita, hanno potuto imparare le meraviglie della fisica. La mostra ha riscosso un grande successo di pubblico e tutte le esperienze costruite da studenti e insegnanti sono state raccolte in un CD e in un libretto messo a disposizione delle Scuole.

Altre attività promozionali che hanno suscitato particolare interesse presso i giovani sono stati gli incontri organizzati, in uno o due giorni, in diverse sedi, dove sono state presentate carriere di successo di fisici, nella ricerca, nell'editoria scientifica, nella finanza, nella ricerca industriale, nella scuola, nelle applicazioni forensi, nella sanità, nelle scienze spaziali, nell'informatica, nel sistema europeo dei brevetti, ecc.

Queste iniziative hanno suscitato la curiosità degli studenti che hanno avuto l'opportunità non solo di ascoltare ma soprattutto di interloquire con fisici provenienti dal mondo delle professioni, per ricevere una risposta reale alla domanda più frequente dei giovani che si accingono alla scelta universitaria.

La scienza e la tecnica hanno un ruolo così importante e pervasivo nella cultura della modernità che è impensabile che un'attività culturale come il teatro possa evitare di trattarle

In particolare sono da segnalare le seguenti iniziative.

- «*I mestieri del fisico*» a Bologna, <http://www.bo.infn.it/orientamento/mestierefisico.htm>
- «*Il mestiere del fisico*» a Modena, che nel secondo giorno continua con «*Fisico per un giorno*», in cui gli studenti provano per un pomeriggio una delle professioni illustrate il giorno precedente.
- «*Università e Imprese*» organizzato a Messina, in cui le imprese del territorio hanno esposto le loro esigenze di laureati in discipline scientifiche.
- «*Laureati in Fisica e mondo del lavoro*» a Napoli, che ha dato voce soprattutto alle imprese.
- «*I mestieri dei fisici*» nella sede di Parma, che organizza incontri di questo tipo articolati in più giorni.
- «*I mestieri della fisica*» a Siena, con la partecipazione di rappresentanti di Confindustria-Siena e alcuni esponenti di imprese del territorio senese che hanno descritto che cosa può fare un fisico nella loro realtà lavorativa.

Con la stessa finalità, la sede di Torino ha prodotto un DVD per presentare la figura del fisico attraverso interviste fatte con laureati in Fisica attualmente impegnati in vari ambiti lavorativi.

9 • I SITI DEI PROGETTI LOCALI

Per reperire informazioni dettagliate e materiali non solo sulle attività brevemente descritte nel paragrafo precedente, si riportano gli indirizzi dei siti web dei progetti locali.

Altre attività promozionali che hanno suscitato particolare interesse presso i giovani sono stati gli incontri organizzati in diverse sedi, dove sono state presentate carriere di successo di fisici

Sede universitaria	Sito
Catania Coordinamento	www.laureescientifiche-fisica.org
Alessandria	www.mfn.unipmn.it/Corsi-di-L/Fisica1/Orientamento/
Bari	www.uniba.it/novita/fondiMIUR_iscrizioni.htm
Bologna	www.bo.infn.it/orientamento/laureescientifiche.htm
Brescia-«Cattolica Sacro Cuore»	www.dmf.unicatt.it/~sangalet/PLS/index.htm
Camerino	http://www.elearning-unicam.it/
Catania	www.ct.infn.it/laureescientifichec Catania
Como	www.dfm.uninsubria.it/pls
Cosenza	www.fis.unical.it/pls_fisica/
Ferrara	http://df.unife.it/ls/
Firenze	http://hep.fi.infn.it/wyp2005/openlab/
Genova	www.fisica.unige.it/pls
L'Aquila	www.fisica.aquila.infn.it/
Lecce	www.fisica.unile.it/laureescientifiche
Messina	http://ww2.unime.it/cdlfisica/PRScientifiche.htm
Milano	www.viagonzagadue.it/pls
Milano «Bicocca»	http://moby.mib.infn.it/~labex/labex.html
Modena	www.physicscom.unimore.it/
Napoli «Federico II»	www.na.infn.it
Padova	http://pls.fisica.unipd.it/
Palermo	www.astropa.unipa.it/Lauree_Scientifiche/
Parma	http://progettols.campusnet.unipr.it/cgi-bin/campusnet/home.pl
Pavia	www.viagonzagadue.it/ www.iscra.net/sn18/ collegato al sito www.istitutomaserati.it/Sito_SU18/index.htm
Perugia	http://lariccia-pc2.pg.infn.it/moodle/
Pisa	www.df.unipi.it/~guada/PLSF/
Roma «La Sapienza»	www.phys.uniroma1.it/DipWeb/PLS/PLS_home.html
Roma «Tor Vergata»	http://people.roma2.infn.it/~gandola/INDEX.htm
«Roma Tre»	www.fis.uniroma3.it/~pls/index.htm .
Siena	www.unisi.it/fisica/laureescient/
Torino	www.scienzemfn.unito.it/orientamento/materiale_scuole.htm – http://studiarefisica.ph.unito.it/
Trento	http://it.groups.yahoo.com/group/lausciTN2005/
Trieste	www.laureescientifiche.units.it/
Udine	www.uniud.it/didattica/facolta/scienze/progetti/index_html/progetto_lauree

Tabella 2.1 • Fisica – Dati principali, per sede – Complessivo nei due anni

Sede	Ist. scol.	Assoc. ind.	Altri enti	Pers. Univ.	Pers. scuola	Altro pers.	Ore totali	Ore a carico progetto	Costo prog.
Alessandria	8	0	4	10	20	6	1.120	879	29.899
Bari	11	1	3	16	11	2	2.618	1.550	94.897
Bologna	32	0	4	18	37	33	4.000	2.512	92.376
Brescia «Cattolica»	21	1	9	6	35	12	1.629	1.096	40.348
Camerino	17	6	3	11	2	13	992	467	52.678
Catania	85	6	11	22	104	19	5.355	2.188	93.381
Como	8	2	3	5	12	5	1.036	486	30.554
Cosenza	14	3	9	29	14	15	1.620	1.620	117.298
Ferrara	6	0	4	21	17	13	3.380	1.212	53.625
Firenze	54	0	6	12	29	31	4.509	2.897	107.079
Genova	31	1	4	32	27	34	4.430	1.557	94.783
L'Aquila	6	1	6	15	2	2	1.410	0	66.535
Lecce	5	3	2	10	31	5	1.990	803	71.550
Messina	12	1	5	6	15	3	1.081	399	43.940
Milano	53	2	4	36	27	9	7.862	4.030	136.127
Milano «Bicocca»	15	0	3	6	9	1	1.600	680	103.791
Modena	19	0	3	14	7	7	2.272	997	122.631
Napoli «Federico II»	16	1	8	15	14	11	2.785	1.560	77.945
Padova	32	1	7	15	41	26	4.479	1.611	75.693
Palermo	7	1	3	7	30	1	9.234	960	46.735
Parma	16	0	3	25	30	26	2.400	1.664	81.892
Pavia	15	2	9	32	12	23	2.498	1.162	71.343
Perugia	18	2	5	11	1	9	975	210	96.153
Pisa	31	0	3	20	59	4	0	0	84.945
Roma «La Sapienza»	7	0	6	13	28	5	2.144	1.347	86.643
Roma «Tor Vergata»	6	1	4	4	13	4	4.952	2.772	91.175
«Roma Tre»	6	1	4	10	17	5	4.450	2.333	64.983
Siena	10	0	8	15	31	13	2.803	474	26.004
Torino	80	3	4	17	14	4	4.041	1.719	96.443
Trento	10	0	2	3	31	7	2.354	1.367	72.701
Trieste	35	1	8	14	28	13	4.270	4.270	146.472
Udine	9	3	22	37	11	11	4.770	930	88.656
Catania trasversale	0	2	3	1	0	3	3.800	930	51.610
TOTALE	695	45	182	508	759	375	102.859	46.682	2.610.885

Tabella 2.2 • Fisica – Enti, per sede e per tipo – Complessivo nei due anni

Sede	Università	Istituto scolastico	Azienda privata	Ente pubblico	Associazione	Altro
Alessandria	1	8	0	3	0	0
Bari	1	11	0	2	1	0
Bologna	3	32	0	1	0	0
Brescia «Cattolica»	3	21	4	2	1	0
Camerino	1	17	2	0	6	0
Catania	2	85	2	7	6	0
Como	1	8	0	2	2	0
Cosenza	1	14	6	2	3	0
Ferrara	1	6	1	2	0	0
Firenze	4	54	0	2	0	0
Genova	1	31	2	1	1	0
L'Aquila	1	6	1	4	1	0
Lecce	1	5	0	1	3	0
Messina	1	12	4	0	1	0
Milano	1	53	0	3	2	0
Milano «Bicocca»	2	15	0	1	0	0
Modena	1	19	0	2	0	0
Napoli «Federico II»	1	16	3	2	1	2
Padova	4	32	0	2	1	1
Palermo	2	7	0	1	1	0
Parma	1	16	0	1	0	1
Pavia	2	15	5	2	2	0
Perugia	1	18	1	3	2	0
Pisa	1	31	0	2	0	0
Roma «La Sapienza»	1	7	4	1	0	0
Roma «Tor Vergata»	1	6	2	1	1	0
«Roma Tre»	1	6	1	2	1	0
Siena	2	10	4	2	0	0
Torino	1	80	0	3	3	0
Trento	1	10	1	0	0	0
Trieste	3	35	1	3	1	1
Udine	15	9	4	2	3	1
Catania trasversale	2	0	0	1	2	0
TOTALE	65	695	48	63	45	6

Tabella 2.3 • Fisica – Ore di impegno del personale. Riassunto, per tipo e per anno

Tipologia	Ore 1° anno	%	Ore 2° anno	%	Totale ore	% su totale ore	Media ore persona
UNIV. RUOLO-DOCENTE	16.822	32,3	15.778	31,4	32.600	31,8	78
UNIV. RUOLO-ALTRO	4.644	8,9	4.397	8,8	9.041	8,8	99
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	16.175	31,0	16.787	33,4	32.962	32,2	44
SCUOLA RUOLO-ALTRO	230	0,4	296	0,6	526	0,5	29
ASS. INDUSTRIALI	596	1,1	586	1,2	1.182	1,2	30
IMPRESE	548	1,1	594	1,2	1.142	1,1	34
ALTRI ENTI	1.423	2,7	1.925	3,8	3.348	3,3	41
A CONTRATTO	11.722	22,5	9.848	19,6	21.570	21,1	98
TOTALE	52.160		50.211		102.371		

Tabella 3.1 • Fisica – Numero di Istituti scolastici, studenti e insegnanti, per sede e per anno

Sede	N. Istituti scolastici		N. studenti		N. insegnanti	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
Alessandria	8	6	2.130	1.140	116	63
Bari	11	11	12	12	14	9
Bologna	32	25	735	361	98	51
Brescia «Cattolica»	21	19	613	280	61	16
Camerino	17	12	248	77	17	10
Catania	85	39	943	370	232	116
Como	8	5	406	106	24	22
Cosenza	14	13	1.564	444	55	28
Ferrara	6	5	310	155	39	26
Firenze	54	50	1.929	1.397	68	63
Genova	31	30	754	545	76	45
L'Aquila	6	7	465	131	44	17
Lecce	5	5	650	0	49	31
Messina	12	9	1.220	385	68	24
Milano	53	30	621	621	44	44
Milano «Bicocca»	15	7	158	20	30	7
Modena	19	13	1.702	191	33	13
Napoli «Federico II»	16	16	548	209	48	27
Padova	32	32	0	0	19	0
Palermo	7	11	0	75	9	59
Parma	16	14	3.209	0	78	0
Pavia	15	18	613	104	80	18
Perugia	18	17	801	0	93	0
Pisa	31	26	1.372	700	86	52
Roma «La Sapienza»	7	5	1.215	574	70	27
Roma «Tor Vergata»	6	6	120	120	18	18
«Roma Tre»	6	11	0	547	3	71
Siena	10	9	397	307	26	27
Torino	80	80	1.982	1.982	144	144
Trento	10	7	473	122	40	18
Trieste	35	27	140	70	2	1
Udine	9	9	0	0	0	0
Catania trasversale	0	0	0	0	0	0
TOTALE	695	574	25.330	11.045	1.784	1.047

Tabella 3.3 • Fisica – Percentuali risposte questionari studenti, tutte le sedi

	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	1,2	5,7	45,7	47,4
10. L'attività è stata impegnativa?	12,2	41,1	33,7	12,9
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	5,3	21,9	49,3	23,5
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,3	8,2	39,2	50,4
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	3,4	11,5	49,9	35,1
14. I docenti sono stati chiari?	1,1	5,5	42,3	51,1
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la fisica?	3,8	14,0	48,1	34,2
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	16,0	31,5	31,9	20,5
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	1,6	4,7	37,5	56,2

Tabella FIS 1 • Percentuali risposte questionari studenti alla domanda: «Nelle attività si sono svolte ...»

	Per nulla	Qualche volta	Molto
18. spiegazioni teoriche da parte dei docenti	3,9	32,1	64,0
19. dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti	8,9	33,9	57,2
20. lavori individuali e di gruppo da parte degli studenti	20,3	33,0	46,7
21. attività sperimentali e pratiche da parte dagli studenti	13,7	36,8	49,5

Tabella SCI 2 • Numero e percentuale di risposte alla domanda: «23-Vorresti che nell'insegnamento della fisica si desse maggiore attenzione... (indicare con una crocetta non più di 3 opzioni)»

A. all'aspetto sperimentale e pratico	7.323	30%
B. all'aspetto formale	622	3%
C. all'inquadramento storico	884	4%
D. alle ricerche fondamentali più recenti	5.167	21%
E. alle relazioni con altre discipline e alle applicazioni tecnologiche	4.467	18%
F. alle implicazioni nella vita quotidiana	5.683	23%
G. altro	177	1%
Totale indicazioni	24.323	

Tabella 3.4 • Fisica – Percentuali risposte questionari insegnanti, tutte le sedi

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	44,7	21,2	15,6	18,5
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	26,2	17,5	22,9	33,4
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0,7	2,4	17,7	79,2
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	31,2	37,0	25,4	6,4
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	0,8	2,9	34,8	61,6
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0,4	2,8	27,4	69,4
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0,5	3,6	33,6	62,3
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0,4	1,8	21,0	76,8
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	21,7	32,0	35,7	10,6
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	4,6	16,3	36,9	42,2
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	0,9	8,3	55,6	35,2
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	10,1	35,9	38,0	16,0
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0,6	2,4	31,8	65,2
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della fisica?	0,8	3,2	34,9	61,1
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	1,1	8,6	43,5	46,7
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0,2	1,4	17,7	80,7

IL PROGETTO DI ORIENTAMENTO E FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI - AREA SCIENZA DEI MATERIALI

1 • MOTIVAZIONI E OBIETTIVI SPECIFICI

1.1 • Orientamento e formazione in Scienza dei Materiali

Il PLS-Scienza dei Materiali ha chiaramente caratteristiche e motivazioni particolari, rispetto ai tre progetti, che chiameremo 'disciplinari', di Matematica, Fisica e Chimica.

Infatti la Scienza dei Materiali è una branca scientifica assai più giovane delle tre scienze storiche precedenti, con la caratteristica fondamentale di essere interdisciplinare fra la fisica e la chimica della materia solida. Il grande sviluppo autonomo di questo settore scientifico, nel quale veramente la distinzione tra aspetti fisici e aspetti chimici perde spesso significato, ha giustificato la creazione di una nuova disciplina indipendente. L'altro connotato centrale della Scienza dei Materiali è la sua stretta relazione con gli aspetti tecnologici dei fenomeni che sono oggetto di studio, come il concetto stesso di 'materiale', intrinsecamente legato alle proprietà applicative, chiaramente testimonia. Basterà pensare ai semiconduttori, materiale base dei dispositivi elettronici e informatici, ai polimeri (materie plastiche), alle leghe metalliche speciali, ai ceramici avanzati, e a tanti altri esempi consimili.

Proprio per la sua giovinezza e relativa complessità, la Scienza dei Materiali è attualmente insegnata nelle Università, ma non nella Scuola media inferiore e superiore. Corsi di Laurea di I livello in Scienza dei Materiali, metà circa dei quali afferiscono alla classe di Chimica e metà alla classe di Fisica, sono attivati in una dozzina di Università italiane. In molte di esse sono anche presenti Corsi di Laurea di II livello in Scienza dei Materiali, e scuole di Dottorato di ricerca sulla stessa tematica. La nascita dell'attività formativa universitaria nel campo della Scienza dei Materiali, avvenuta una dozzina di anni fa, servì a colmare una grave lacuna rispetto all'offerta didattica esistente

di
Michele Catti
Dipartimento
di Scienza
dei Materiali,
Università
di Milano Bicocca,
Coordinatore
Nazionale
PLS-Scienza
dei Materiali

da decenni nella maggior parte delle Università europee, americane e giapponesi. Infatti, come si è detto sopra, la Scienza dei Materiali copre uno spazio culturale e tecnologico di primaria importanza a cavallo della fisica della materia e della chimica dello stato solido. Esse sono tra loro strettamente legate nella visione moderna, e da questa concezione interdisciplinare hanno tratto l'impulso vigoroso alle scoperte e innovazioni degli ultimi anni. Le ricadute tecnologiche costituiscono la base per un possibile sviluppo industriale dell'Italia che mantenga il collegamento con le nazioni di punta a livello mondiale. A questo proposito, è opportuno ancora sottolineare che *i percorsi formativi universitari incentrati sulla Scienza dei Materiali sono nati anche come risposta a una domanda esplicita del mercato del lavoro, proveniente da importanti settori industriali collocati in diverse regioni italiane.*

Poiché la Scienza dei Materiali non è presente nei programmi d'insegnamento della Scuola, gli studenti secondari non sono evidentemente al corrente della sua natura e, spesso, della sua esistenza. A loro volta, gli insegnanti di fisica e di chimica della Scuola media superiore hanno sovente un'idea sommaria dei contenuti della Scienza dei Materiali, della sua importanza, e di come elementi di Scienza dei Materiali potrebbero ravvivare e modernizzare gli argomenti di chimica e di fisica che essi insegnano. Perciò è evidente l'obiettivo primario, attraverso il Progetto «Lauree Scientifiche», di portare studenti e insegnanti a contatto con alcuni semplici tematiche di Scienza dei Materiali attraverso l'approccio sperimentale, ovvero mediante l'esecuzione di adatte sperimentazioni di laboratorio.

Tale orientamento è particolarmente necessario perché l'esistenza stessa della disciplina, la sua natura e i suoi rapporti con la chimica e la fisica, l'interesse delle ricadute tecnologiche e dei possibili sbocchi occupazionali per i laureati in Scienza dei Materiali sono tuttora scarsamente noti al pubblico anche scientificamente informato. Questo stato di fatto ha reso estremamente attuale e pertinente un inserimento della Scienza dei Materiali nel Progetto «Lauree Scientifiche». Esso inoltre ha consentito di rafforzare l'interesse dei giovani verso le scienze della materia non vivente, presentando, accanto alle tre grandi discipline storiche (matematica, fisica e chimica), anche un nuovo percorso formativo interdisciplinare tra fisica e chimica che permetta di meglio apprezzare il carattere sostanzialmente unitario della cultura scientifica 'esatta', e di valutare direttamente l'impatto che questa può avere su aspetti importanti della tecnologia più moderna.

1.2 • Quadro di riferimento occupazionale

Il Progetto «Lauree Scientifiche» è stato impostato con un'ambizione esplicita: collegare l'aspetto di orientamento studenti/formazione insegnanti a un'analisi realistica delle esigenze del mercato del lavoro, e quindi alle richieste formative

È evidente l'obiettivo primario, attraverso il Progetto «Lauree Scientifiche», di portare studenti e insegnanti a contatto con alcuni semplici tematiche di Scienza dei Materiali attraverso l'approccio sperimentale

del mondo aziendale. Nel caso del PLS-Scienza dei Materiali, questo collegamento si è posto come una delle motivazioni fondamentali del Progetto, proprio per le caratteristiche particolarmente orientate alle applicazioni industriali che si è detto sopra sono proprie di questa disciplina.

Un numero molto grande di realtà produttive che si occupano di materiali ha sede nella maggior parte delle regioni italiane. Cartiere, cementifici, aziende per la produzione e stampaggio di materie plastiche, industrie di semiconduttori, fabbriche di prodotti per l'imballaggio, industrie ceramiche e metallurgiche, centri di ricerca su materiali avanzati o tradizionali sono disseminate nel nostro territorio. Spesso, però, manca da parte di queste aziende l'informazione sulle caratteristiche formative dei curricula in Scienza dei Materiali, e viceversa il mondo della Scuola e gli studenti non conoscono l'esistenza di molti di questi sbocchi occupazionali.

Il Progetto di Scienza dei Materiali è stato anche motivato in modo determinante dal desiderio di contribuire a colmare questo divario, attraverso attività e strumenti organizzativi che verranno presentati più in dettaglio nei paragrafi seguenti, ma che qui possiamo anticipare in due aspetti. Prima di tutto l'aspetto di censimento, pur in forma parziale, delle aziende interessate a collaborare all'attività formativa in Scienza dei Materiali, realizzandone un elenco significativo, che dia l'idea della ricchezza e varietà d'impresе operanti nell'ambito dei materiali e soprattutto permetta agli studenti delle Scuole superiori e universitari di rendersi conto della rilevanza dei materiali e della Scienza dei Materiali nel mondo del lavoro. Nell'altra direzione, tale repertorio può permettere anche alle aziende di farsi conoscere da studenti, ricercatori e docenti, operatori scolastici, insegnanti. In secondo luogo, dar vita alla possibilità di un incontro diretto tra studenti e mondo del lavoro, mediante opportuni soggiorni di tirocinio in azienda da parte degli studenti stessi.

Volendo esemplificare su una specifica categoria produttiva, possiamo citare le aziende che operano nel settore dei materiali per imballaggio (in vetro, in alluminio, in acciaio, in cellulosa, in materiali polimerici). L'Italia ha una forte rilevanza in questo contesto settoriale, in quanto incide per circa il 4% sul prodotto mondiale e in Europa è al secondo posto con la Francia, solo dopo la Germania. In particolare, si sono avuti significativi successi negli ultimi anni nel nostro Paese nel campo della progettazione di imballaggi flessibili presso i produttori di beni non durevoli e alimentari. Queste attività, come in campi analoghi per altri tipi di materiali, richiedono personale tecnico-scientifico con una formazione versata sia nella chimica sia nella fisica, poiché possono essere richiesti interventi da parte dello stesso operatore tanto nella fase di sintesi e analisi del prodotto, quanto in quella di caratterizzazione delle proprietà fisiche e tecnologiche. Da questo punto di vista, quindi, il curriculum del laureato in Scienza dei Materiali si presenta di particolare interesse per un vasto settore dell'apparato produttivo.

L'Italia ha una forte rilevanza in questo contesto settoriale, in quanto incide per circa il 4% sul prodotto mondiale e in Europa è al secondo posto con la Francia, solo dopo la Germania

1.3 • Obiettivi

Il Progetto si è posto lo scopo di organizzare e attuare una serie di attività, coordinate tra le diverse sedi universitarie partecipanti, finalizzate al conseguimento dei seguenti obiettivi.

- a) Fornire agli studenti della Scuola media superiore un'informazione chiara e stimolante sulla natura della Scienza dei Materiali e sui suoi rapporti con la fisica, la chimica e la matematica. Incentivare, presso gli studenti, l'attitudine a una moderna riflessione interdisciplinare sui fenomeni fisico-chimici di trasformazione della materia, e sulle proprietà utili dal punto di vista tecnologico che da essi risultano.
- b) Avvicinare gli studenti di Scuola secondaria alla conoscenza diretta dell'attività sperimentale di laboratorio nei settori della chimica e della fisica dei materiali, mediante la partecipazione a semplici sperimentazioni guidate presso laboratori universitari opportunamente attrezzati, con la collaborazione dei loro insegnanti.
- c) Rendere edotti i giovani che la conoscenza dei materiali dal punto di vista chimico-fisico è uno dei punti di forza di molte successive specializzazioni professionali, e riveste una particolare valenza sotto l'aspetto dell'ecologia e della eco-sostenibilità dello sviluppo socio-economico nazionale e locale.
- d) Realizzare prodotti informatici da collocare su siti ad accesso pubblico e/o riservato, contenenti materiale formativo su fisica e chimica della materia condensata e dei materiali. Il livello di approfondimento potrà essere opportunamente differenziato a seconda della destinazione a studenti della Scuola secondaria o studenti universitari.
- e) Informare specifici settori del mondo industriale sul profilo tecnico-scientifico dei laureati in Scienza dei Materiali e sulle competenze interdisciplinari di tipo chimico e fisico da essi acquisite. Progettare e realizzare attività di stage e tirocinio per studenti presso industrie e imprese attive nel settore dei materiali, in modo da migliorare i rapporti tra formazione universitaria e mondo del lavoro e fornire orientamento all'inserimento occupazionale *postlauream*. Recepire le indicazioni e i suggerimenti provenienti dal mondo aziendale per migliorare la formazione/informazione degli studenti finalizzata agli sbocchi lavorativi.

Il Progetto si è posto lo scopo di fornire agli studenti della Scuola media superiore un'informazione chiara e stimolante sulla natura della Scienza dei Materiali e sui suoi rapporti con la fisica, la chimica e la matematica

2 • ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

2.1 • Organizzazione e attività

Per soddisfare alle motivazioni illustrate nei paragrafi precedenti, il Progetto nazionale «Lauree Scientifiche»-Scienza dei Materiali si è articolato in una parte

principale relativa all' *Orientamento e Formazione degli Insegnanti*, e una parte secondaria concernente gli *Stage* degli studenti universitari presso le aziende. In questa sede riferiremo sui risultati ottenuti per la prima parte del Progetto. Questo si organizza in **11 sottoprogetti locali** appoggiati presso altrettante sedi universitarie; il coordinatore nazionale appartiene alla sede dell'Università di Milano «Bicocca». La distribuzione geografica delle sedi (Tabella 2.1) è ragionevolmente equilibrata, coprendo sia il Nord, sia il Centro sia il Sud del Paese, pur in presenza di un numero complessivo di sedi che è circa un terzo di quello degli altri tre progetti disciplinari (Matematica, Fisica e Chimica).

Si ricorda che i Corsi di Laurea di Scienza dei Materiali appartengono in parte alla classe di Chimica e in parte alla classe di Fisica, ma con una rappresentanza pressoché paritaria delle materie d'insegnamento fisiche e chimiche negli ordinamenti didattici di tutte le sedi. Pertanto l'interesse principale di questo quarto progetto nazionale è legata al suo carattere d'interdisciplinarietà tra chimica e fisica, e anche al forte accento sulle applicazioni tecnologiche, che risponde a una domanda esplicita di settori industriali di punta presenti sul mercato del lavoro. Si sono previste due linee d'azione rivolte a orientamento e formazione insegnanti.

A) Laboratori regionali

Ogni sede ha istituito laboratori integrati di chimica e fisica con finalizzazione alle applicazioni di Scienza dei Materiali, strutturati su cicli di sperimentazioni destinate agli studenti delle medie superiori, in collaborazione con i loro insegnanti. In tali laboratori si è attuata la partecipazione ad attività pratiche della durata di alcune mezze giornate per classi di studenti della Scuola secondaria, e/o la realizzazione di esperienze di laboratorio con partecipazione attiva per 4-5 pomeriggi per gruppi di ragazzi opportunamente selezionati e assistiti dagli insegnanti della Scuola secondaria. Le attività di laboratorio sono state progettate congiuntamente dai docenti universitari e dagli insegnanti partecipanti al Progetto.

Gli studenti hanno eseguito esperienze di base di chimica e fisica dei materiali, quali per esempio sintesi chimica e crescita di semplici materiali cristallini, caratterizzazione elettro-ottica di semiconduttori, analisi in microscopia ottica ed elettronica di materiali vari, con il duplice obiettivo di:

- iniziarli ai metodi di preparazione, di analisi e caratterizzazione di materiali;
- stimolarli a prendere atto delle notevoli ripercussioni del lavoro dello scienziato dei materiali sullo sviluppo tecnologico attuale.

Alle attività sperimentali hanno partecipato docenti e ricercatori universitari e di enti di ricerca, giovani laureati esercitatori finanziati con i fondi del Progetto, e gli insegnanti delle Scuole secondarie, che hanno contribuito in modo determinante alla realizzazione dei lavori e contemporaneamente hanno sviluppato competenze disciplinari da trasferire poi nel lavoro quotidiano delle loro classi.

In alcune sedi sono stati anche realizzati laboratori di approfondimento, per un numero più limitato di studenti e di durata e impegno maggiore.

B) Formazione telematica a distanza

Questa azione ha avuto per oggetto l'informazione e apprendimento per via telematica, da parte degli studenti della Scuola secondaria partecipanti, di elementi di Scienza dei Materiali e delle loro basi fisico-chimiche fondamentali. L'attività si è basata sull'allestimento e utilizzo di un sito web con materiale formativo e informativo sui contenuti fisici e chimici della Scienza dei Materiali e sui possibili sbocchi occupazionali collegati, con l'ausilio di materiale stampato di supporto.

Si sono sviluppati e impiegati prodotti multimediali con test di valutazione e autovalutazione, disponibili su supporto fisso o in rete, sotto la direzione della sede di Parma partecipante al Progetto. Lo studente ha potuto accedere al materiale didattico con libertà di tempi e di modi (rete e supporto fisso, per esempio CD-ROM o DVD), e con l'assistenza del personale universitario e della Scuola partecipante al Progetto.

Sono stati individuati argomenti di interesse generale, sviluppati in tre o quattro *moduli tematici* (per esempio energia, nanotecnologie, ambiente, ecc.) che mirano a sottolineare sia il ruolo che la Scienza dei Materiali ha svolto e può svolgere nello sviluppo delle conoscenze e nell'innovazione tecnologica, sia la ricchezza di potenzialità occupazionali che si offrono allo scienziato dei materiali in una vasta serie di settori applicativi, non ultimo quello vastissimo e di enorme potenzialità futura quale quello ecologico. Gli insegnanti partecipanti al Progetto hanno collaborato alla definizione di contenuti e modalità attuative dell'azione, in modo da essere poi in grado di trasferire l'esperienza acquisita nella loro attività didattica corrente.

Entrambe le linee di azione hanno coperto sia il primo sia il secondo anno del Progetto.

2.2 • Dati quantitativi su enti, personale partecipante e costi

I **dati generali riassuntivi relativi all'intero Progetto** si trovano nelle Tabelle da 1.1 a 1.6 della parte *Tabelle riassuntive nazionali*, dove sono messi a confronto con quelli degli analoghi progetti per le aree della Chimica, della Fisica e della Matematica.

Nelle Tabelle 2.1, 2.3, 2.8 si trovano poi i dati relativi alle **risorse** impegnate per il progetto *Scienza dei Materiali*. La maggior parte dei dati sono riassunti nella Tabella 2.1.

La successiva Tabella 3.1 contiene poi i dati sui **numeri di studenti e insegnanti** effettivamente coinvolti, contando la stessa persona più volte se ha partecipato ad attività distinte del Progetto, e sul numero di relativi questionari compilati.

L'attività si è basata sullo allestimento e utilizzo di un sito web con materiale formativo e informativo sui contenuti fisici e chimici della Scienza dei Materiali e sui possibili sbocchi occupazionali collegati

Un confronto quantitativo tra i quattro progetti disciplinari, relativo alle Scuole, Enti e Personale partecipanti in ciascun caso, è riportato nelle Tabelle 1.1-1.6 (alle pp. 52-55).

Per quanto riguarda Scienza dei Materiali, abbiamo un numero totale di 219 Scuole coinvolte, tra le quali figurano come più rappresentati 87 Licei Scientifici, 52 Istituti Tecnici Industriali e 27 Licei Classici. La percentuale di rappresentanza dei tipi di Scuole non si discosta molto negli altri progetti. Riferendoci alle 11 sedi universitarie del Progetto, abbiamo quindi una media di 20 Scuole partecipanti per sede sui due anni di durata del Progetto. Tale valore è in linea con quanto osservato negli altri tre casi, e riteniamo che si sia trattato di un numero ottimale per assicurare una partecipazione adeguata e, nel contempo, la possibilità di seguire con cura le unità scolastiche coinvolte.

Con riferimento agli Enti partecipanti, si può notare la percentuale elevata di aziende private e associazioni presenti nel Progetto di Scienza dei Materiali, con valori simili a quelli del Progetto di Chimica e superiori agli altri casi. Questi dati trovano riscontro nella Tabella 1.5 relativa al personale coinvolto, da cui risultano, per il progetto di Scienza dei Materiali, le percentuali più alte di partecipazione di unità di personale delle associazioni industriali, delle imprese e di altri enti. Il personale della Scuola (insegnanti) risulta presente in proporzione simile ai progetti di Fisica e Chimica (tutti un po' inferiori alla Matematica), e rappresenta, come negli altri casi, di gran lunga la frazione maggiore. Ancora è da notare che la percentuale di personale a contratto supera quella del personale universitario docente di ruolo, a differenza che negli altri progetti, situandosi al secondo posto dopo il personale della Scuola. In definitiva, possiamo dire che il Progetto di Scienza dei Materiali si caratterizza per un peso più ridotto dei docenti universitari di ruolo all'interno del personale partecipante, a favore del personale a contratto e di altri enti.

I dati numerici riassuntivi relativi alle 11 sedi del Progetto sono contenuti nelle Tabelle 2.1-2.8.

La partecipazione del personale della Scuola è distribuita in modo abbastanza omogeneo tra le diverse sedi, anche se il numero di Istituti scolastici varia maggiormente da caso a caso, con una compensazione dovuta al numero di insegnanti per scuola. Per quanto riguarda i dati riassuntivi sul numero di ore d'impegno del personale (Tabella 2.3), notiamo che il contributo maggiore viene dagli insegnanti e subito dopo dal personale a contratto (esercitatori), seguiti dai docenti universitari di ruolo in terza posizione. Vi è anche una buona rappresentanza di personale delle associazioni industriali e di altri enti.

2.3 • Contenuti delle attività di laboratorio e di formazione a distanza

Per quanto riguarda le attività, tutte le sedi si sono impegnate prioritariamente sulla linea d'azione centrale A), ovvero i *laboratori sperimentali regionali*, e in

Possiamo dire che il Progetto di Scienza dei Materiali si caratterizza per un peso più ridotto dei docenti universitari di ruolo all'interno del personale partecipante, a favore del personale a contratto e di altri enti

secondo luogo sull'azione B) della formazione telematica a distanza. I laboratori regionali sono stati concepiti e attuati primariamente come laboratori in cui gli studenti in parte assistono a dimostrazioni, in parte eseguono personalmente semplici sperimentazioni sulla fisica e chimica dei materiali, in base a un programma concordato precedentemente da docenti universitari e insegnanti, e illustrato agli studenti anche mediante la distribuzione di materiale didattico appositamente preparato.

L'impegno chiesto a ogni studente variava in media da due a quattro pomeriggi consecutivi.

A conclusione dei laboratori, in molte sedi è stato chiesto agli studenti di produrre presentazioni e/o poster d'illustrazione dell'attività svolta, e i migliori sono stati premiati ottenendo un grande motivazione nella partecipazione.

Passiamo a esaminare sinteticamente i contenuti specifici delle sperimentazioni di laboratorio attuate nelle diverse sedi.

Bari: (1) Deposizione via plasma di un film sottile polimerico in funzione idrofobica. (2) Il colore degli elementi che compongono la materia: esperimenti di saggi alla fiamma su diversi sali. (3) I nanomateriali: sintesi colloidale di nanoparticelle di oro, fotodegradazione di un colorante organico, incorporazione di semiconduttori nanocristallini in matrici polimeriche. (4) Esperimenti dimostrativi di interazione laser-materia.

Cagliari: (1) Sintesi e caratterizzazione strutturale e magnetica di nanomateriali. (2) Sintesi di catalizzatori (zeoliti e ossidi misti) e studio dei processi catalitici. (3) Analisi di superfici, elettrochimica e corrosione. (4) Proprietà ottiche dei composti del III-V gruppo, e applicazioni alla fotonica e microelettronica. (5) Ottica non lineare con applicazioni alla fotonica (laser ad alta potenza).

Cosenza: Esperienze e dimostrazioni su varie tematiche di fisica e di chimica dello stato solido.

Genova: (1) Realizzazione di un catalizzatore nanometrico. (2) Analisi di sistemi auto-organizzati.

Milano: (1) Preparazione e caratterizzazione di materiali polimerici (elastomeri). (2) Conversione fotovoltaica dell'energia luminosa (realizzazione di una cella solare). (3) Caratterizzazione spettroscopica di materiali: proprietà ottiche di vetri. (4) Preparazione e caratterizzazione di semplici dispositivi (LED organici). (5) Preparazione e studio di vetri colorati.

Napoli: (1) Esperienze di laboratorio di ottica dei materiali semiconduttori. (2) Esperienze di diffrazione X su materiali polimerici.

Padova: (1) Assemblaggio di una cella di Grätzel. (2) Preparazione del superconduttore YBCO ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$) mediante metodo ceramico con verifica delle proprietà superconduttrici mediante effetto Meissner. (3) Preparazione di film di WO_3 via CVD. (4) Deposizione di film di ossidi, o metalli mediante Magnetron Sputtering. (5) Assemblaggio di una batteria a ioni litio. (5) AFM:

A conclusione dei laboratori, in molte sedi è stato chiesto agli studenti di produrre presentazioni e/o poster d'illustrazione dell'attività svolta, e i migliori sono stati premiati ottenendo un grande motivazione nella partecipazione

esperimenti in remoto di microscopia a forza atomica mediante controllo dell'apparecchiatura attraverso collegamento Internet.

Parma: Insieme di dodici esperimenti possibili, tra cui: (1) Preparazione di ossidi macroporosi per applicazioni fotoniche e sensoristiche. (2) Coating ceramici su vetro per via sol-gel. (3) Sintesi e caratterizzazione di «nanofili» di ossido di stagno per sensori di gas. (4) Preparazione e studio di una fullerite superconduttiva. (5) Preparazione e analisi di un campione ferromagnetico intermetallico.

Roma: (1) Realizzazione di una cella a combustibile. (2) Preparazione e levitazione di un superconduttore YBCO. (3) Sintesi di un vetro organico (SOLGEL).

Torino: (1) Esperienze di microscopia elettronica e simulazione al computer sulla struttura dei materiali. (2) Preparazione di vetri colorati e di xerogeli. Lezioni e conferenze su argomenti vari di Scienza dei Materiali.

Venezia: Insieme di dieci esperimenti possibili, tra cui: (1) Sintesi di fosfori per schermi TV, Monitor PC e altre applicazioni. (2) Realizzazione di una cella solare (cella di Grätzel). (3) Sintesi di film sottili elettrocromici via *Chemical Vapor Deposition* (CVD). (4) Preparazione di nanofibre magnetiche di nichel: una introduzione alle nanotecnologie. (5) Sintesi di opale inverso per applicazioni di cristalli fotonici.

In alcune sedi (Milano «Bicocca», Cagliari, Genova, Venezia) è stato realizzato anche un secondo tipo di laboratorio, chiamato *laboratorio di approfondimento*, che si è svolto generalmente subito dopo la conclusione dell'anno scolastico e ha visto la partecipazione di un numero più limitato di ragazzi, in genere selezionati (con la collaborazione degli insegnanti) tra i più motivati di quelli che già avevano partecipato ai laboratori regionali. I ragazzi partecipanti, in gruppi di 2-4 unità, hanno frequentato per una settimana (cinque mezzogiornate) un laboratorio universitario di ricerca, contribuendo direttamente, sotto la guida di un docente, ad alcune fasi e parti delle sperimentazioni e misure ivi correnti.

Infine l'azione sulla *formazione telematica a distanza*, sotto la direzione della sede di Parma, ha visto nel primo anno del progetto la realizzazione del sito web e del materiale formativo ivi disponibile (<http://www.farscimat.unipr.it/percorsi.htm>), con una trascrizione anche sotto forma di supporti fissi (CD, DVD). L'attuazione vera e propria delle sedute con gli studenti medi ha potuto realizzarsi non in tutte le sedi durante il primo anno, perché il materiale si è reso disponibile solo nei primi mesi del 2006, quando in alcune scuole era oramai troppo tardi per organizzare l'attività entro l'orario scolastico. Il programma ha potuto invece essere attuato integralmente nelle diverse sedi partecipanti nel corso del secondo anno di attività. Ecco alcuni esempi di *moduli tematici* utilizzati.

Le nanotecnologie: evoluzione storica, ruolo delle scienze fondanti (Fisica e Chimica) nella progettazione e preparazione di nuovi materiali assemblabili su

In alcune sedi (Milano «Bicocca», Cagliari, Genova, Venezia) è stato realizzato anche un secondo tipo di laboratorio, chiamato *laboratorio di approfondimento*

scala atomica o molecolare. Approccio interdisciplinare e applicazioni dalla biologia alla medicina, all'elettronica, all'ambiente, ecc. Esperimento di produzione e caratterizzazione di nanoparticelle per applicazioni fotoniche, che illustra in maniera semplice agli studenti la possibilità di ingegnerizzare la materia con la creazione di materiali artificiali aventi proprietà *ad hoc*.

Materiali e tecnologie dell'informazione: storia dei sistemi di comunicazione e loro rapida evoluzione, segnata dallo sviluppo della microelettronica e della fotonica. Allestimento di un esperimento finalizzato alla realizzazione e alla misura di un semplice dispositivo a stato solido, allo scopo di illustrare in maniera semplice agli studenti i principi delle microtecnologie elettroniche.

L'energia: origine, produzione, trasformazione e impatto ambientale; fonti di energia rinnovabili, con un'esperienza finale avente come obiettivo la caratterizzazione completa di un sistema di conversione energetica, illustrando in maniera semplice agli studenti i vantaggi e le potenzialità di fonti di energia non convenzionali.

Ambiente e territorio: impatto ambientale da fonti energetiche non rinnovabili. Sviluppo sostenibile. Esperimento di misurazione del grado di inquinamento, che illustri in maniera semplice agli studenti l'importanza di opportuni sensori per il monitoraggio ambientale.

In ciascuna delle sedi, l'azione si è in genere sviluppata in due fasi. Nella prima fase gli insegnanti partecipanti hanno esaminato, insieme con i docenti e gli esercitatori a contratto universitari, il materiale informatico disponibile, e hanno selezionato le parti da includere nelle esercitazioni e le modalità di svolgimento delle stesse. La seconda fase, svolta insieme con gli studenti delle scuole, si è articolata in due tempi: illustrazione e spiegazione delle tematiche, ed esercitazioni vere e proprie svolte in laboratori provvisti delle attrezzature informatiche necessarie.

2.4 • Azione di coordinamento nazionale

L'azione di coordinamento nazionale si è svolta lungo diverse direttrici. Prima di tutto, essa ha voluto agire da strumento di raccordo tra le iniziative delle diverse sedi, in modo da dare un carattere possibilmente omogeneo ai contenuti dei progetti locali, e da verificare in corso d'opera che non ci fossero deviazioni sostanziali dal programma di lavoro iniziale. Secondariamente, essa ha agevolato lo scambio d'informazioni e di esperienza tra le diverse sedi, costituendo il canale di comunicazione centralizzato tra gli operatori attivi nei progetti locali. In terzo luogo, l'azione di coordinamento centrale ha costituito il necessario strumento di raccordo con la Commissione Nazionale del PLS presieduta dal prof. Nicola Vittorio, che ha diretto la realizzazione dei quattro sottoprogetti di orientamento e formazione con criteri unitari, e ha gestito i rapporti

L'azione di coordinamento centrale ha costituito il necessario strumento di raccordo con la Commissione Nazionale del PLS presieduta dal prof. Nicola Vittorio

con i Ministeri e le altre organizzazioni legate al PLS. Infine, una parte importante del coordinamento nazionale ha riguardato la guida e l'assistenza delle diverse sedi nella compilazione delle schede di monitoraggio del Progetto, predisposte dal Polo Qualità di Milano.

Gli strumenti operativi di cui si è avvalsa l'azione di coordinamento nazionale sono state sei riunioni con i coordinatori locali, tenutesi a Milano, e numerose riunioni (a Roma e Milano) e teleconferenze del coordinatore nazionale con gli altri componenti della Commissione Nazionale del PLS, in qualche caso con la partecipazione di dirigenti ministeriali. A conclusione del Progetto, è stato organizzato un convegno nazionale del PLS-Scienza dei Materiali a Milano, allo scopo di fare una valutazione complessiva dei risultati ottenuti e delle prospettive di lavoro futuro in direzione analoga.

3 • OSSERVAZIONI E VALUTAZIONI SULLE ATTIVITÀ SVOLTE NEL PROGETTO

3.1 • Analisi dei questionari riempiti da studenti e insegnanti

Un'analisi compiuta dei risultati conseguiti dalle singole sedi può essere effettuata in primo luogo mediante lo strumento dei questionari di gradimento e valutazione, che sono stati distribuiti alla fine delle attività a studenti e insegnanti delle Scuole che vi avevano partecipato. Dai dati riassuntivi aggregati (Tabella 3.1), risulta prima di tutto l'elevato numero di studenti che hanno partecipato alle azioni in quasi tutte le sedi, con una media di circa 370 ragazzi per sede. In alcuni casi il numero di questionari restituiti è significativamente inferiore al numero dei partecipanti, spesso per problemi organizzativi che dovrebbero essere risolti nel secondo anno di attuazione.

Il gradimento risulta elevato da tutte le risposte; in particolare, risulta che le sperimentazioni proposte erano accessibili alla preparazione scolastica dei ragazzi, e che la qualità del materiale didattico impiegato e della prestazione del personale docente è risultata elevata. L'unico punto un po' più critico è costituito dal fatto che una minoranza consistente (44%) ritiene che l'attività svolta non sarà utile nella scelta degli studi futuri. Ciò sembra indicare un atteggiamento di distacco e di prudenza da parte di un settore significativo degli studenti medi partecipanti, rispetto alla questione della scelta del Corso di Laurea universitario.

Per quanto riguarda i questionari insegnanti (Tabella 3.4), abbiamo una media di circa 20-25 insegnanti per sede partecipanti, con circa altrettanti questionari riempiti. Le risposte della parte relativa alla valutazione dell'attività nel suo insieme (Tabella 3.4A), mostrano un quadro di apprezzamento generale assai positivo, confortato anche da dichiarazioni verbali e scritte estremamente favorevoli alle iniziative attuate, in maniera omogenea su tutte le sedi. Un

L'unico punto un po' più critico è costituito dal fatto che una minoranza consistente (44%) ritiene che l'attività svolta non sarà utile nella scelta degli studi futuri

aspetto mostra però in quale direzione ci sia ancora lavoro da fare, ed è il dato che la maggioranza delle risposte indica una partecipazione insufficiente alla progettazione delle attività. Ciò può anche essere spiegato con la carenza d'informazione e formazione sulle tematiche di chimica e fisica dei materiali, e in particolare per quanto riguarda l'azione di formazione telematica a distanza con la novità degli strumenti didattici proposti. In ogni modo, migliorare questo aspetto costituisce sicuramente un obiettivo per il secondo anno del progetto.

Particolarmente soddisfacente sembra poi essere l'esito dei questionari nella parte che concerne la valutazione della ricaduta didattica (Tabella 3.4B). Da qui si può apprezzare che, nel giudizio degli insegnanti, le attività svolte non solo sono state stimolanti per gli studenti, ma hanno anche fornito spunti didattici utili, sia nei contenuti sia nelle metodologie, per gli insegnanti stessi. Inoltre anche il grado di difficoltà delle sperimentazioni sembra essere stato ben calibrato, visto che i contenuti sono stati giudicati accessibili con le conoscenze degli studenti. La valutazione complessiva degli insegnanti sembra quindi indicare un netto successo del primo anno di attività.

3.2 • Bilancio complessivo dei risultati conseguiti nelle azioni del Progetto

La valutazione finale che si può trarre è decisamente positiva, sia dal punto di vista del numero di scuole, insegnanti e studenti partecipanti, sia da quello della qualità scientifico-formativa delle attività svolte nelle diverse sedi. In particolare, bisogna tener presente il problema specifico della Scienza dei Materiali, che non è in quanto tale una materia d'insegnamento nei programmi di Scuola media superiore, e quindi poteva incontrare qualche forma d'incomprensione o diffidenza da parte di studenti e insegnanti. Invece abbiamo riscontrato grande interesse e talvolta anche entusiasmo nei confronti di un approccio interdisciplinare a settori moderni della fisica e della chimica, quali quelli riguardanti lo stato solido e i materiali, con un particolare orientamento verso gli aspetti tecnologico-applicativi.

L'azione dei laboratori regionali ha ottenuto dei risultati che possiamo considerare come 'maturi', nel senso che disponiamo ormai di una serie di sperimentazioni di laboratorio pienamente collaudate, che potrebbero in buona parte essere trasferite nei laboratori delle Scuole e inserite nei programmi correnti. Si è potuto verificare che effettivamente gli studenti delle Scuole apprezzano molto l'attività laboratoriale, e ne ricevono una forte motivazione allo studio delle scienze e al superamento delle difficoltà teorico-concettuali a esso legate.

L'azione della formazione telematica a distanza, pur fortemente innovativa e potenzialmente di grande impatto sulla modernizzazione della didattica, si è mostrata suscettibile di miglioramenti. In particolare, i contenuti sono apparsi un

Abbiamo
riscontrato
grande
interesse
e talvolta
anche
entusiasmo
nei confronti
di un approccio
interdisciplinare
a settori
moderni
della fisica
e della chimica,
quali quelli
riguardanti
lo stato solido
e i materiali

po' sbilanciati a favore degli aspetti fisici, e dovranno quindi in futuro essere integrati con più materiale riguardante gli aspetti chimici della Scienza dei Materiali. Inoltre occorrerà predisporre con maggiore attenzione percorsi di studio selezionati e preconfezionati che rispondano alle esigenze didattiche dei programmi scolastici correnti.

Infine, dato che abbiamo a che fare con un Progetto nazionale, una considerazione deve essere rivolta all'aspetto del grado di omogeneità territoriale dei risultati conseguiti. Occorre dire che, naturalmente, vi sono state differenze di qualità e quantità di risultati tra le diverse sedi, in un quadro tuttavia di grande impegno profuso dai partecipanti in tutti i casi. Queste differenze sono quindi dovute in parte alle diverse dimensioni delle istituzioni universitarie e scolastiche tra sede e sede, e in parte alla diversa esperienza storica del personale nelle attività di orientamento e formazione verso la Scuola secondaria. Riteniamo però che, anche nelle sedi che sono risultate meno brillanti, la qualità del lavoro fatto abbia tratto grande giovamento dall'aver lavorato a stretto contatto con i colleghi di altre città nel quadro del coordinamento nazionale del progetto. Inoltre sicuramente l'interazione continua con i rappresentanti delle associazioni industriali è stata un'occasione di crescita per tutte le unità operative del progetto. Questo si è verificato in modo particolare nelle realtà locali dove tali rapporti erano storicamente piuttosto labili, e dove quindi il progetto stesso ha messo in moto un processo di cooperazione tra mondo della formazione e mondo produttivo che si spera possa dare frutti ancora migliori in futuro.

4 • INDICAZIONI PER FUTURE INIZIATIVE DI ORIENTAMENTO E FORMAZIONE

Il primo obiettivo generale è quello di estendere il contatto con Scuole e insegnanti a una cerchia più vasta di quella precedente, attuando possibilmente una rotazione nella scelta dei partecipanti per restare entro limiti quantitativi accettabili. Il secondo obiettivo consiste in un coinvolgimento maggiore degli insegnanti nella fase di progettazione delle attività; ci attendiamo che ciò sia reso possibile anche dalla rete di rapporti umani e professionali stabilitasi nel corso di una collaborazione assai proficua e soddisfacente nella fase di gestione delle attività stesse.

Per quanto riguarda specificamente la linea d'azione dei laboratori, l'esperienza acquisita dovrà essere messa a frutto in più direzioni. In primo luogo, occorre completare la realizzazione e sistemazione del materiale didattico prodotto, sotto forma di dispense cartacee, testi elettronici resi disponibili in rete, filmati, presentazioni, ecc. Inoltre si attuerà una revisione e integrazione del programma didattico dei laboratori, utilizzando lo scambio d'informazioni attuato tra le diverse sedi nel corso di riunioni nazionali periodiche di aggiornamento. Per esempio, il microscopio a forza atomica didattico appena acquistato dalla

Il primo obiettivo generale è quello di estendere il contatto con Scuole e insegnanti a una cerchia più vasta di quella precedente, attuando possibilmente una rotazione nella scelta dei partecipanti per restare entro limiti quantitativi accettabili

sede di Padova è collegato in rete e consente di effettuare esperienze comandate a distanza, che potrebbero in futuro diventare operative ed essere sfruttate da più sedi.

È indubbio che l'attuazione del Progetto «Lauree Scientifiche» per la Scienza dei Materiali, così come anche per le altre tre discipline, è stato un notevole successo. Questo risultato non era scontato in partenza, ed è dovuto essenzialmente al grande impegno ed entusiasmo messo da tutti i partecipanti, che hanno creduto fermamente nell'utilità del lavoro che stavano facendo. Abbiamo visto docenti universitari preoccuparsi dei problemi della formazione secondaria, a cui forse prima pensavano assai poco, insegnanti della Scuola mostrare un nuovo interesse per l'attività creativa della scienza 'sul campo', e studenti medi uscire da una certa apatia e indifferenza e rispondere con grande partecipazione agli stimoli di una diversa presentazione della realtà scientifica. Ci sembra quindi naturale concludere che occorrerà trovare i modi per non disperdere il patrimonio di esperienze e di rapporti personali acquisito, realizzando una qualche forma di continuazione o rinnovo del progetto stesso. Il problema del rapporto della formazione scientifica nella Scuola secondaria con le vocazioni ai Corsi di Laurea e alle carriere scientifiche è troppo importante e ancora attuale perché meriti di essere abbandonato o trascurato.

Occorrerà
trovare i modi
per non
disperdere
il patrimonio
di esperienze
e di rapporti
personali
acquisito,
realizzando
una qualche
forma di
continuazione
o rinnovo
del progetto
stesso

5 • TABELLE RIASSUNTIVE

Tabella 2.1 • Scienza dei Materiali – Dati principali, per sede – Complessivo nei due anni

Sede	Ist. scolastici	Ass. industriali	Altri enti	Pers. Univers.	Pers. Scuola	Altro pers.	Ore totali	Ore progetto	Costo prog.
Bari	11	2	28	11	44	43	7.310	1.924	73.001
Cagliari	7	2	7	5	15	15	2.309	996	79.999
Cosenza	12	2	4	7	22	18	3.544	1.356	60.000
Genova	16	2	9	9	20	17	4.634	780	76.000
Milano «Bicocca»	24	2	4	13	40	35	3.554	2.090	95.000
Napoli «Federico II»	7	1	4	5	13	8	746	746	23.999
Padova	40	7	5	5	17	13	1.086	794	60.000
Parma	16	1	9	10	15	37	6.539	4.986	119.200
Roma «Tor Vergata»	4	2	2	7	12	3	3.545	1.888	65.000
Torino	27	3	22	9	36	21	2.705	1.470	75.000
Venezia	55	4	9	18	22	27	6.461	1.992	75.000
TOTALE	219	28	103	99	256	237	42.433	19.022	802.199

Tabella 2.3 • Scienza dei Materiali – Ore di impegno del personale. Riassunto, per tipo e per anno

Tipologia	Ore 1° anno	%	Ore 2° anno	%	Totale ore	% su totale ore	Media ore persona
UNIV. RUOLO-DOCENTE	4.793	24,5	5.227	23,0	10.020	23,7	125
UNIV. RUOLO-ALTRO	588	3,0	677	3,0	1.265	3,0	67
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	6.539	33,4	7.343	32,3	13.882	32,8	56
SCUOLA RUOLO-ALTRO	20	0,1	183	0,8	203	0,5	29
ASS. INDUSTRIALI	552	2,8	523	2,3	1.075	2,5	33
IMPRESE	691	3,5	696	3,1	1.387	3,3	36
ALTRI ENTI	740	3,8	720	3,2	1.460	3,5	43
A CONTRATTO	5.669	28,9	7.332	32,3	13.001	30,7	98
TOTALE	19.592		22.701		42.293		

Tabella 2.8 • Scienza dei Materiali – Finanziamenti, per sede e per tipo

Sede	MIUR Università	USR studenti	USR insegnanti	Totale MIUR	Cofin. locale	Totale progetto	% cofin. su totale
Bari	36.525	16.407	5.469	58.401	14.600	73.001	20
Cagliari	36.274	16.294	5.431	57.999	22.000	79.999	28
Cosenza	30.020	13.485	4.495	48.000	12.000	60.000	20
Genova	36.274	16.294	5.431	57.999	18.001	76.000	24
Milano «Bicocca»	47.532	21.351	7.117	76.000	19.000	95.000	20
Napoli «Federico II»	15.010	6.742	2.247	23.999	0	23.999	0
Padova	30.020	13.485	4.495	48.000	12.000	60.000	20
Parma	57.539	25.846	8.615	92.000	27.200	119.200	23
Roma «Tor Vergata»	31.271	14.047	4.682	50.000	15.000	65.000	23
Torino	37.525	16.856	5.619	60.000	15.000	75.000	20
Venezia	37.525	16.856	5.619	60.000	15.000	75.000	20
TOTALE	395.515	177.663	59.220	632.398	169.801	802.199	21

Tabella 3.1 • Scienza dei Materiali – Numero di Istituti scolastici, studenti e insegnanti, per sede e per anno

Sede	N. Istituti scolastici		N. studenti		N. insegnanti	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
Bari	11	11	1.114	557	108	54
Cagliari	7	5	1.434	715	26	13
Cosenza	13	13	666	341	24	24
Genova	16	14	551	246	44	22
Milano «Bicocca»	24	9	1.066	206	151	85
Napoli «Federico II»	7	7	592	592	8	8
Padova	40	18	135	66	14	14
Parma	16	7	410	245	32	22
Roma «Tor Vergata»	4	4	518	302	37	24
Torino	27	20	361	215	18	18
Venezia	55	23	651	650	44	44
TOTALE	220	131	7.498	4.135	506	328

Tabella 3.2 • Scienza dei Materiali – Numero di questionari compilati, per sede

Sede	N. questionari stud. M + F	N. questionari stud. F	N. questionari stud. M	N. questionari ins.
Bari	69	28	41	76
Cagliari	693	433	260	26
Cosenza	212	138	74	20
Genova	357	151	206	27
Milano «Bicocca»	587	187	400	38
Napoli «Federico II»	287	75	212	49
Padova	318	96	222	52
Parma	295	122	173	30
Roma «Tor Vergata»	320	102	218	19
Torino	853	414	439	43
Venezia	396	185	211	52
TOTALE	4.387	1.931	2.456	432

Tabella 3.3 • Scienza dei Materiali – Percentuali risposte questionari studenti, tutte le sedi

	Decisamente NO	Più NO che SÌ	Più SÌ che NO	Decisamente SÌ
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	1,2	8,2	45,1	45,6
10. L'attività è stata impegnativa?	19,0	43,6	29,5	7,9
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	6,4	23,6	50,2	19,8
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,0	8,6	39,3	50,0
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	3,3	11,7	49,5	35,6
14. I docenti sono stati chiari?	2,0	7,2	38,7	52,1
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la scienza dei materiali?	3,9	12,8	45,7	37,6
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	13,8	29,6	36,0	20,6
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	2,9	7,3	37,1	52,7

Tabella SCI 1 • Percentuali risposte questionari studenti alla domanda: «Nelle attività si sono svolte ...»

	Per nulla	Qualche volta	Molto
18. spiegazioni teoriche da parte dei docenti	1,7	37,8	60,5
19. dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti	12,1	42,6	45,3
20. lavori individuali e di gruppo da parte degli studenti	28,7	31,7	39,6
21. attività sperimentali e pratiche da parte dagli studenti	29,8	32,0	38,2

Tabella SCI 2 • Numero e percentuale di risposte alla domanda: «23-Vorresti che nell'insegnamento della fisica e della matematica si desse maggiore attenzione ... (indicare con una crocetta non più di 3 opzioni)»

A. all'aspetto sperimentale e pratico	2.567	29,4
B. all'aspetto formale	246	2,8
C. all'inquadramento storico	247	2,8
D. alle ricerche fondamentali più recenti	1.906	21,8
E. alle relazioni con altre discipline e alle applicazioni tecnologiche	1.641	18,8
F. alle implicazioni nella vita quotidiana	2.054	23,5
G. altro	75	0,9
Totale indicazioni	8.736	

Tabella 3.4 • Scienza dei Materiali – Percentuali risposte questionari insegnanti, tutte le sedi

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	43.3	22.2	15.7	18.7
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	23.8	20.9	27.5	27.8
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0.7	4.1	27.0	68.2
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	34.9	40.5	21.9	2.8
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	0.5	3.7	35.4	60.5
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0.5	2.6	27.6	69.3
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	2.2	4.2	35.1	58.5
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0.0	0.5	22.7	76.8
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	6.4	26.1	49.3	18.2
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	3.7	23.7	40.5	32.1
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	1.2	11.8	51.8	35.3
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	3.8	17.5	41.6	37.1
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0.2	1.7	32.4	65.7
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della scienza dei materiali?	0.2	6.9	45.3	47.6
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	2.1	14.9	46.5	36.6
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0.0	1.2	25.1	73.7

6 • ANALISI DI CASI: DUE SPERIMENTAZIONI ESEMPLIFICATIVE DELL'AZIONE LABORATORIALE

In questa appendice riteniamo opportuno illustrare in dettaglio i particolari di due esperienze scelte tra tutte quelle inserite nelle azioni di laboratorio delle diverse sedi (vedi elenco al paragrafo 2.3). Lo scopo è quello di dare un'immagine concreta dell'attività svolta nell'azione principale del progetto, mediante un'esemplificazione diretta del tentativo di rinnovamento della didattica della scienza implicito nell'esperienza del Progetto «Lauree Scientifiche».

Le sperimentazioni selezionate sono due: «Celle solari: la cella di Grätzel», realizzata dall'unità di Milano «Bicocca», e «Utilizzo di un microscopio a scansione di sonda (SPM) didattico in modalità remota», dell'unità operativa di Padova. I criteri di scelta di questi due casi-esempio sono stati diversi. L'esperienza sulla cella di Grätzel è d'importanza fondamentale dal punto di vista dei principi fondamentali della Scienza dei Materiali, riunendo gli aspetti di fisica e chimica dello stato solido in un nesso inscindibile, così da fornire un esempio tipico del carattere di questa scienza. Inoltre la tematica copre aspetti applicativi-tecnologici di grande impatto nella società odierna, quali quelli legati al problema delle fonti di energia rinnovabili e non inquinanti. Per questi motivi, l'esperienza della cella di Grätzel è stata inserita nel programma dell'azione laboratoriale non solo della sede di Milano «Bicocca», ma anche di quelle di Padova e Venezia. In particolare, a Milano «Bicocca» l'esperienza è stata eseguita da 182 studenti delle Scuole il primo anno, e da 386 studenti il secondo anno, per un totale di 568. È inoltre in corso di organizzazione il trasferimento dell'esperienza stessa presso i laboratori di tre Istituti scolastici: Liceo Scientifico Tecnologico «Molinari» (Milano), Liceo Scientifico Tecnologico «Conti» (Milano), ITIS «Badoni» (Lecco); si prevede che 180 studenti di questi tre Istituti potranno effettuare l'esperienza nel corso del corrente anno scolastico, direttamente presso la loro sede scolastica sotto la guida dei loro insegnanti.

La seconda sperimentazione è stata selezionata con un criterio differente. Si tratta infatti di un'azione molto innovativa ma ancora sperimentale, di realizzazione di un laboratorio in cui le sperimentazioni sono comandate per via remota tramite collegamento Internet, e dove quindi gli 'attori' (studenti) sono fisicamente separati dalla sede in cui l'apparecchiatura è installata. Quest'ultima è stata acquisita dall'unità di Padova all'inizio del secondo anno del PLS, e un certo tempo è stato necessario per la sua messa a punto. Tuttavia è già stato possibile farla entrare in funzione in collaborazione con due Scuole: il Liceo «Quadri» di Vicenza e il Liceo «Da Ponte» di Bassano del Grappa. Gli studenti di questi due Licei che hanno partecipato al secondo anno del PLS-Scienza dei Materiali hanno quindi potuto effettuare la sperimentazione relativa, secondo quanto descritto in seguito, con grande successo e soddisfazione, come anche attestato dalle risposte fornite nei questionari.

L'esperienza sulla cella di Grätzel è d'importanza fondamentale dal punto di vista dei principi fondamentali della Scienza dei Materiali, riunendo gli aspetti di fisica e chimica dello stato solido in un nesso inscindibile

6.1 • «Celle solari: la cella di Grätzel» - Università di Milano «Bicocca»

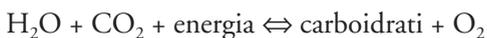
Esperienza curata da Simona Binetti,
Dipartimento di Scienza dei Materiali

Introduzione

Le celle solari convenzionali convertono la luce in elettricità sfruttando l'effetto fotovoltaico che ha luogo all'interfaccia tra materiali semiconduttori: per questo motivo sono strettamente correlate alla tecnologia del silicio (diodi, transistor, circuiti integrati, ecc.). Diversamente, le cosiddette celle di Grätzel funzionano secondo un meccanismo in cui l'assorbimento della luce e la separazione delle cariche (elettroni e buche) sono separati. Uno strato di colorante è legato chimicamente a una superficie di particelle di biossido di titanio (TiO_2) interconnesse tra loro e depositate su un *vetro trasparente e conduttore* (le dimensioni di queste particelle sono di poche decine di miliardesimi di metro e sono perciò chiamate *nanocristalli*); colpito dalla luce, il colorante trasferisce un elettrone al biossido di titanio il quale lo trasporta fino all'elettrodo (il vetro conduttore). Contemporaneamente, una carica positiva (buca) viene trasferita dal colorante a un composto mediatore che, ossidandosi (cedendo cioè un elettrone), trasporta la carica positiva fino all'altro capo della cella, il contro-elettrodo.

Esaminando il principio di funzionamento di questa cella, i processi che vengono messi in atto ricordano molto la *fotosintesi clorofilliana*, e questo paragone fornisce un concreto esempio dell'importanza della relazione tra principi chimici e fisici.

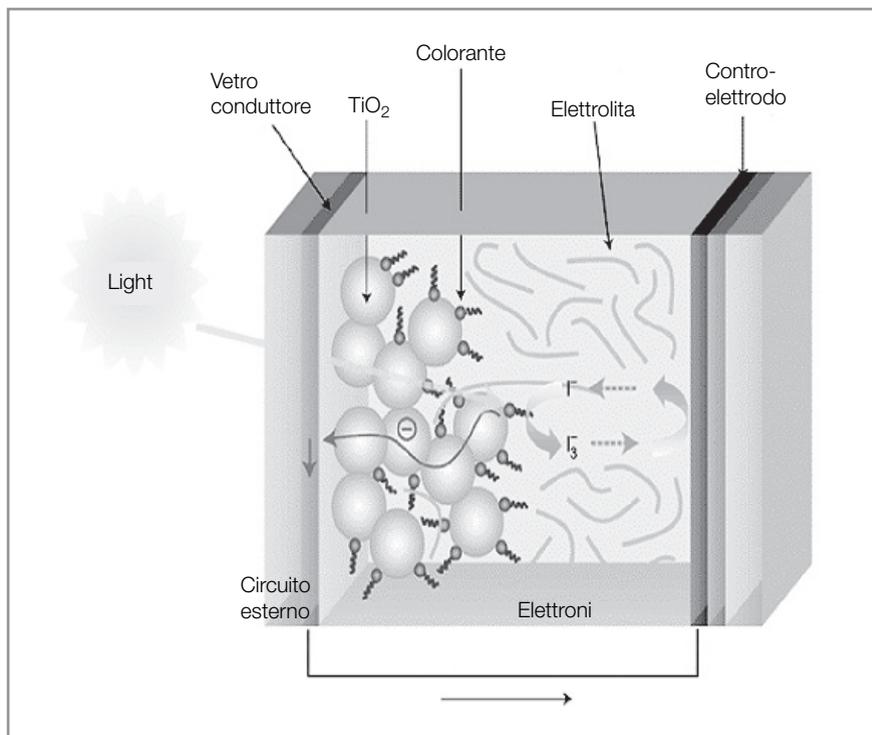
Nella fotosintesi, la piante «fissano» l'energia della luce solare in legami chimici presenti in molecole organiche complesse, i carboidrati, che assunti e bruciati da piante e animali, rilasciano nell'atmosfera biossido di carbonio completando quel ciclo, reversibile e rinnovabile, che sta alla base della vita sulla terra:



La fotosintesi che ha luogo grazie alle piante sulla terra e ai batteri negli oceani produce otto volte il fabbisogno energetico dell'umanità: se riuscissimo a convertire con un'efficienza del 10% l'energia solare su una superficie appena dell'1% delle terre emerse, produrremmo il doppio dell'attuale richiesta di energia elettrica, ma sebbene vengano costruite ogni anno celle al silicio per oltre 1 miliardo di watt, nessuna tecnologia ha ancora soppiantato l'uso dei combustibili fossili come fonte di energia.



I processi che vengono messi in atto ricordano molto la *fotosintesi clorofilliana*, e questo paragone fornisce un concreto esempio della importanza della relazione tra principi chimici e fisici



La presenza dello strato di TiO_2 serve a incrementare enormemente l'efficienza di raccolta della luce

La cella di Grätzel

La cella di Grätzel richiama nel suo funzionamento la fotosintesi delle piante:

1. usa un colorante organico analogo alla clorofilla per assorbire la luce e produrre un flusso di elettroni;
2. usa strati multipli per migliorare l'efficienza sia dell'assorbimento della luce, sia della raccolta di elettroni.

Come la fotosintesi, anche la cella di Grätzel è una macchina molecolare che supera i confini della tecnologia microelettronica entrando in quel regno che è noto come nanotecnologia: le particelle di dimensioni nanometriche di biossido di titanio (TiO_2) vengono distribuite su un vetrino conduttore; questo strato viene quindi asciugato e scaldato in modo da formare una struttura porosa, con un'altissima area superficiale; uno strato di molecole di colorante viene quindi legato a ciascuna particella di TiO_2 immergendovi il vetrino: possono essere utilizzati tutti quei coloranti che posseggono i giusti gruppi chimici per legarsi al TiO_2 . Il dispositivo viene infine completato gocciolando una soluzione elettrolitica che percola all'interno dei pori dell'ossido.

La presenza dello strato di TiO_2 serve a incrementare enormemente l'efficienza di raccolta della luce, disperdendo il colorante su un'area vasta in maniera ana-

loga a quanto avviene per la clorofilla nei cloroplasti. Poiché lo strato di colorante è contemporaneamente così sottile, quasi tutti gli elettroni prodotti dall'assorbimento della luce sono raccolti dal TiO_2 .

Gli elettroni perduti dalle molecole di colorante vengono velocemente rimpiazzati dal mediatore, lo ione iodio presente nella soluzione elettrolitica, il quale riceve a sua volta elettroni dal contro-elettrodo (platino o carbonio), in modo da ripristinare il ciclo.

Le reazioni coinvolte nel processo complessivo sono le seguenti:

1. colorante + luce \Rightarrow colorante eccitato (coppia elettrone-buca)
2. colorante eccitato + $\text{TiO}_2 \Rightarrow e^-(\text{TiO}_2) + \text{colorante ossidato}$
3. colorante ossidato + $3/2 I^- \Rightarrow \text{colorante} + 1/2 I_3^-$
4. $1/2 I_3^- + e^-(\text{contro-elettrodo}) \Rightarrow 3/2 I^-$

Le particelle interconnesse di biossido di titanio agiscono da accettori di elettroni, lo iodio agisce da donatore di elettroni e il colorante funziona come una «pompa» fotochimica: nella fotosintesi, questi tre ruoli sono svolti rispettivamente dal biossido di carbonio, dall'acqua e dalla clorofilla.

Lavoro sperimentale

Componenti per ciascuna cella:

- 2 vetrini conduttori 25×25 mm;
- 3-4 gocce di TiO_2 in sospensione acquosa;
- colorante;
- 2 gocce di soluzione elettrolitica;
- soluzione Platisol o grafite.

Strumenti necessari per l'assemblaggio della cella:

- nastro adesivo;
- 2 clip.

Preparazione

Vetrini conduttori (3 da ciascuna lastrina):

- determinare con un multimetro la faccia conduttrice di una lastrina;
- incidere lievemente con la lama diamantata il lato isolante, appoggiando la lastrina su un foglio di carta;
- con un colpo lieve e deciso spezzare il vetro lungo l'incisione.

TiO_2 in sospensione acquosa:

- 3 g di TiO_2 ;
- aggiungere 5 ml di acido nitrico (pH 3-4): 1 ml alla volta, macinando attentamente fino a ottenere una crema senza grumi, della consistenza di una vernice densa;

Le particelle interconnesse di biossido di titanio agiscono da accettori di elettroni, lo iodio agisce da donatore di elettroni e il colorante funziona come una «pompa» fotochimica

- trasferire la sospensione dal mortaio al crogiuolo e lasciarla riposare per circa 15 minuti.

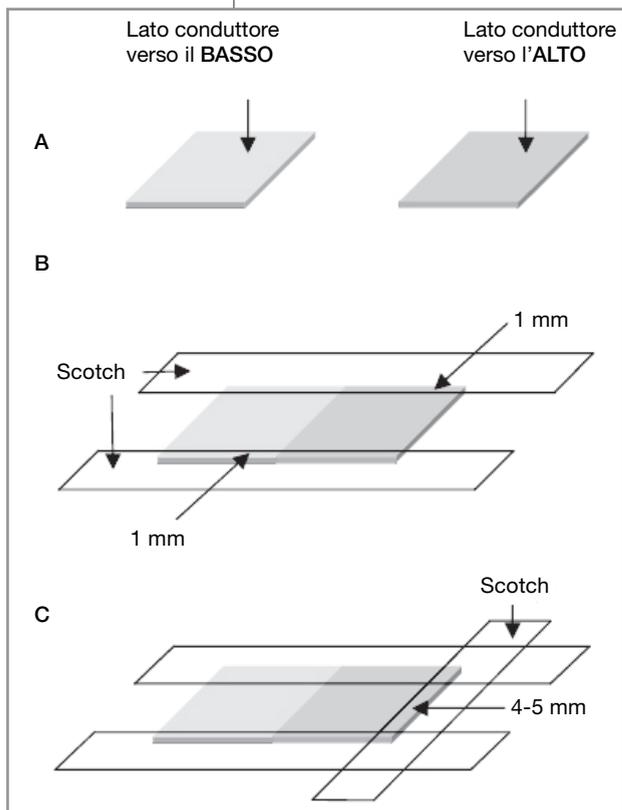
Colorante:

- scegliere 2-3 more o lamponi;
- una volta scongelati schiacciarli leggermente su un vetro d'orologio usando una spatola (se necessario, aggiungere qualche goccia d'acqua);
- in alternativa, avvolgerli nello straccio di cotone e strizzarli facendo gocciolare il succo sul vetro d'orologio.

Soluzione elettrolitica:

- 1 ml di etilen glicole;
- aggiungere 12,7 mg di I_2 e agitare;
- aggiungere 83 mg di KI;
- agitare e conservare al buio.

▼ Figura 1

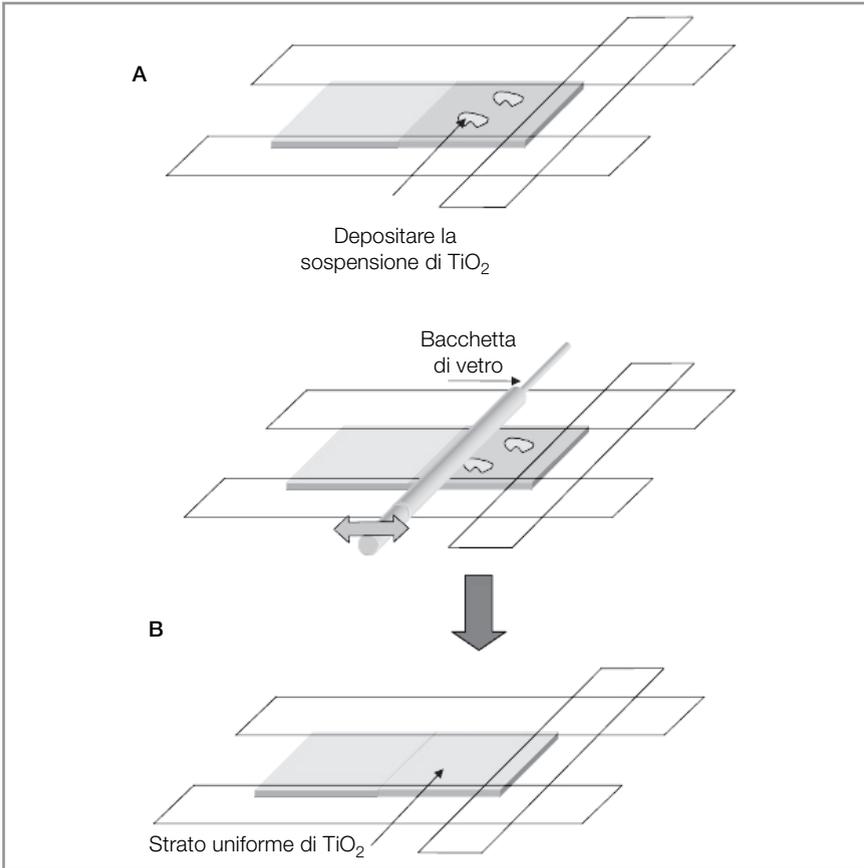


Procedura

Preparazione dello strato assorbente.

1. Prendere due lastre di vetro conduttrici e lavarle con acetone o isopropanolo per rimuovere l'eventuale sporco; in particolare, il grasso della pelle può contaminare le superfici: d'ora in poi è opportuno maneggiare le lastre con le pinzette o tenendole per i bordi (Attenzione! I bordi spezzati possono essere molto taglienti). Asciugarle delicatamente con il panno di cotone.
2. Con il multimetro, determinare il lato conduttore di ciascuna piastrina.
3. Orientare una lastrina con la faccia conduttrice rivolta verso l'alto: questa faccia sarà ricoperta dal biossido di titanio; capovolgere la seconda lastrina con la faccia conduttrice rivolta verso il basso, accanto alla prima (vedi Figura 1A). In questo stadio, la seconda lastrina aiuta semplicemente il processo di ricopertura della prima.
4. Applicare due pezzi di scotch (lunghi circa 6-7 cm) sui bordi lunghi delle lastre, in modo che ne coprano non più di 1 mm (Figura 1B).

▼ Figura 2



5. Applicare un altro pezzo di scotch sul lato corto della lastrina che verrà ricoperta di TiO_2 , per circa 4-5 mm (Figura 1C): le due lastrine vengono così non solo fissate a un piano d'appoggio, ma lo scotch crea anche una sorta di «vasca» profonda 40-50 mm che verrà riempita dal biossido di titanio, lasciando uno spazio utile per i contatti.

6. Depositare 2-3 gocce della sospensione di TiO_2 sulla lastrina con la faccia conduttrice rivolta verso l'alto (Figura 2A) e stenderle sul vetrino con la bacchetta di vetro o una pipetta pasteur, in modo da coprirlo in maniera uniforme (Figura 2B): la tecnica più efficace è quella di partire dal centro con il movimento della bacchetta (non deve rotolare) fino all'estremità con il nastro adesivo e quindi tornare indietro portando il TiO_2 in eccesso sulla seconda lastrina. Se lo strato non fosse omogeneo, è possibile ripetere la procedura dopo aver rimosso delicatamente l'ossido già depositato.

7. Una volta terminato, rimuovere lo scotch e lasciare asciugare all'aria per circa 1 minuto; pulire la seconda lastrina dall'eventuale ossido in eccesso, come al punto 1.

La tecnica più efficace è quella di partire dal centro con il movimento della bacchetta fino all'estremità con il nastro adesivo e quindi tornare indietro portando il TiO_2 in eccesso sulla seconda lastrina

▼ Figura 3



per circa 10 minuti (Figura 3): al termine, dovrebbe sparire completamente il colore bianco del TiO_2 , anche guardandolo dal sotto, altrimenti immergerlo nuovamente nel succo per altri 5 minuti.

In ogni caso, è opportuno lasciarlo immerso nel colorante fino a quando non si è pronti ad assemblare la cella.

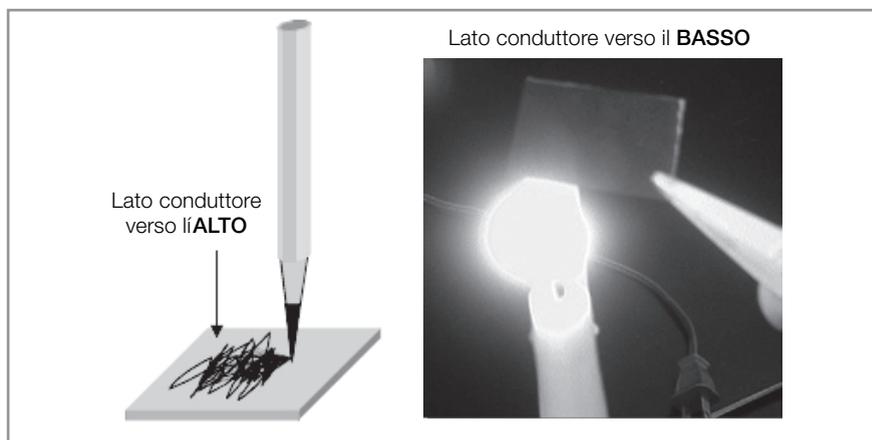
Preparazione del contro-elettrodo.

11. Se necessario, determinare nuovamente il lato conduttore della seconda lastrina e coprirlo con uno strato di carbonio, usando una matita morbida o affumicando il vetro sulla fiamma della candela (Figura 4).

ATTENZIONE! Sia l'acetone sia l'isopropanolo sono altamente infiammabili, non usarli vicino a fiamme libere.

In alternativa ricoprire il lato conduttore del vetrino con uno strato di platino, spennellando la soluzione Platisol. Lo strato di carbonio o platino così depositato agisce da catalizzatore per la reazione di rigenerazione dello iodio (reazione 4) e deve perciò coprire interamente il vetrino.

▼ Figura 4



Lo strato di carbonio o platino depositato agisce da catalizzatore per la reazione di rigenerazione dello iodio e deve perciò coprire interamente il vetrino

8. Il vetrino con lo strato di ossido è pronto per essere *sinterizzato* in forno a $450\text{ }^\circ\text{C}$, per 10 minuti.

9. Lasciare raffreddare il vetrino sulla *navicella* (un raffreddamento rapido potrebbe far spaccare il vetro o lo strato di ossido).

10. Immergere il vetrino nel succo sul vetrino d'orologio, tenendo la faccia coperta di ossido rivolta verso il basso,

Assemblaggio della cella.

12. Rimuovere il vetrino con l'ossido di titanio dal colorante e lavarlo con acqua e quindi con isopropanolo o acetone; affinché la cella di Graetzel funzioni correttamente, è importante che non ci siano tracce d'acqua sullo strato di TiO_2 /colorante prima di aggiungere la soluzione elettrolitica: in tal caso, sciacquarlo nuovamente con isopropanolo o acetone e asciugarlo delicatamente con un tessuto.

13. Appoggiare il primo vetrino su una superficie piana con il lato con lo strato di ossido/colorante rivolto verso l'alto e adagiare delicatamente sopra di esso il contro-elettrodo con lo strato di carbonio rivolto verso il basso (Figura 6A), lievemente sfalsato in modo da lasciare esposto il bordo scoperto della prima lastrina (Figura 6B): le due estremità libere, di 4-5 mm, serviranno come contatti elettrici.

ATTENZIONE! Lo strato di TiO_2 è abbastanza ruvido da grattar via il carbonio dall'altro elettrodo.

14. Sollevare i due vetriini mantenendoli nella loro posizione e bloccarli con due clip (Figura 6C).

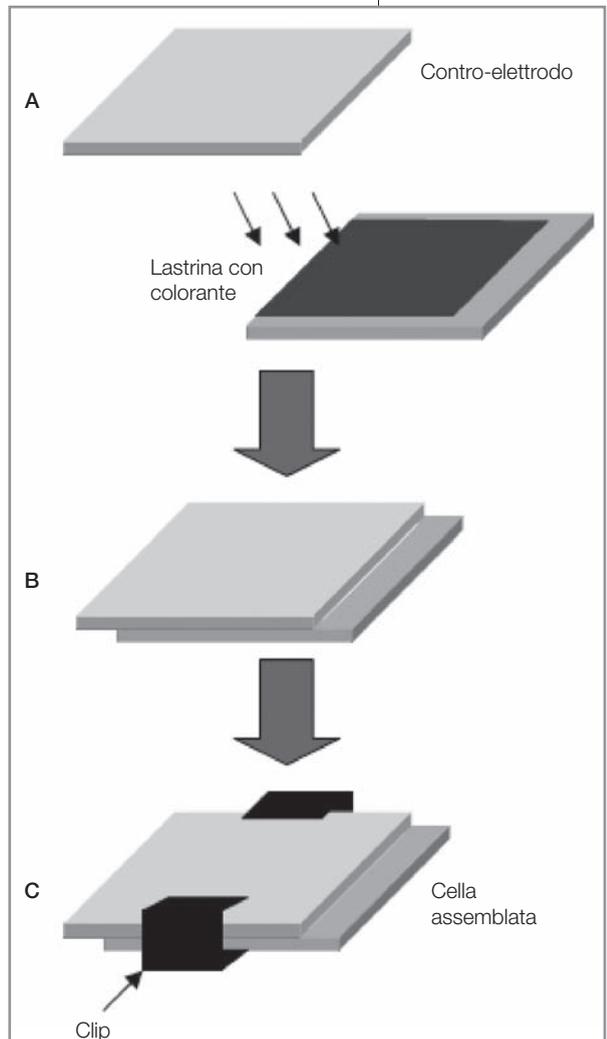
15. Depositare 1 o 2 gocce di soluzione elettrolitica sul bordo del dispositivo: per azione capillare, il liquido bagnerà completamente lo strato di ossido di titanio tra i due vetriini (per favorire questo processo è utile togliere e rimettere alternativamente le due clip).

16. Rimuovere l'eccesso di elettrolita usando un bastoncino di cotone bagnato con isopropanolo o acetone: è importante che l'elettrolita sia completamente rimosso dalle aree esposte dei due vetriini.

La cella di Graetzel così assemblata è pronta per la caratterizzazione elettrica.

Caratterizzazione elettrica

Dopo aver misurato con un righello le dimensioni dell'area attiva della cella di Graetzel, collegarla con i coccodrilli al multimetro: l'elettrodo negativo è il vetrino coperto di TiO_2 (cavo nero), mentre quello positivo è il contro-elettrodo (cavo rosso). È così possibile misurare la differenza di tensione ai capi

▼ **Figura 6**

della cella e la corrente massima prodotta. Per ottenere la curva completa tensione *vs* corrente, occorre collegare la cella a un potenziometro a carico variabile, raccogliendo punto a punto i valori di tensione e corrente al variare della resistenza.

6.2 • «Utilizzo di un microscopio a scansione di sonda (SPM) didattico in modalità remota» - Università di Padova

Il *Laboratorio Remoto per misure SPM*, allestito nell'ambito del PLS-Scienza dei Materiali di Padova, è stato proposto e organizzato da Giacomo Torzo (ICIS-CNR, Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova e Labtrek Srl) con la collaborazione di GianAndrea Rizzi (Dipartimento di Chimica dell'Università di Padova), Paolo Peranzoni (Liceo «Cornaro», Padova), Stefano Agnoli (Dipartimento di Chimica dell'Università di Padova), Francesco Sedona (Dipartimento di Chimica dell'Università di Padova).

Introduzione

Uno degli aspetti più interessanti della Scienza dei Materiali è lo studio della *superficie* dei solidi. Questo campo di studi è stato reso della massima importanza dal passaggio della tecnologia dei semiconduttori alle dimensioni *sub-micrometriche*. Quando la scaglia (chip) di silicio assume dimensioni inferiori al millesimo di millimetro (micron), allora la sua superficie, piuttosto che il volume, inizia a giocare un ruolo essenziale nella esecuzione di operazioni logiche e nella interazione con altri componenti.

La superficie e i fenomeni a essa correlati sono interessanti anche dal punto di vista della fisica fondamentale, dato che la struttura atomica del cristallo, ovvero la disposizione e le proprietà degli atomi nel reticolo alla superficie differiscono molto da quelle degli atomi nel volume del solido.

I metodi convenzionali di studio delle superfici, quali la diffrazione a raggi X o da ioni, la tecnica LEED (diffrazione di elettroni a bassa energia) e la spettroscopia Auger, consentono di acquisire una descrizione *media* della disposizione atomica lungo la superficie, ma non permettono di ricavare un'immagine della struttura atomica locale. Inoltre tutte queste tecniche devono essere condotte in vuoto spinto e danneggiano il campione esaminato per bombardamento con particelle ad alta energia, e infine non producono informazioni dirette sulla reale topografia.

Questi problemi sono stati in parte risolti dalla microscopia a effetto tunnel (STM), che nei primi anni Ottanta ha offerto all'uomo le prime immagini sperimentali della superficie di monocristalli di silicio con risoluzione atomica. Tuttavia molte nuove possibilità d'indagine sono emerse successivamente con l'invenzione del microscopio a scansione di forza (SFM), che ha reso possibile ottenere topografie non solo di materiali elettricamente conduttivi, ma anche

Questo campo di studi è stato reso della massima importanza dal passaggio della tecnologia dei semiconduttori alle dimensioni *sub-micrometriche*

di isolanti. Da allora si è enormemente diffusa e sviluppata la tecnologia dei microscopi a scansione di sonda (SPM).

Attualmente la tecnica SPM viene usata in un ampio spettro di discipline, sia in ricerca fondamentale sia in ricerca applicata. Moltissimi laboratori scientifici si sono dotati di microscopi a scansione di sonda, aumentando la richiesta di personale esperto in tale specialità. Per rispondere a tale richiesta la società NT-MDT di Mosca, Russia, ha sviluppato uno strumento didattico per microscopia SPM: il NanoEducator.

Il NanoEducator SPM è stato specificamente progettato per facilitare esperimenti SPM condotti da studenti. Si tratta di uno strumento completamente controllato da computer, dotato di interfaccia intuitiva e semplice, che offre animazioni grafiche consentendo un approccio graduale all'apprendimento della tecnica senza richiedere né complicate messe a punto né materiali di consumo costosi.

Motivazione dell'esperimento

La tecnica SPM (Microscopia a Scansione di Sonda) può essere considerata emblematica per il settore Scienza dei Materiali e come tale andrebbe proposta come prima scelta in un percorso didattico rivolto a studenti interessati a questo settore di studi. Tuttavia la strumentazione minima necessaria a un vero esperimento SPM richiede ancora un investimento notevole, accessibile a un numero molto limitato di strutture. Per questa ragione si è ritenuto utile proporre una versione remotizzata di laboratorio SPM che ne consente l'utilizzo con molte scuole mantenendo basso il costo di ogni sessione sperimentale.

Descrizione sommaria dell'esperimento

Il dispositivo denominato NanoEducator SPM è uno strumento progettato per essere utilizzato nella didattica delle Nanotecnologie.

Esso può essere utilizzato in tre distinte modalità: SFM (Microscopia a Scansione di Forza), STM (Microscopia a effetto Tunnel) e Microlitografia con tecnica *embossing* (incisione a pressione); è pilotato da un controller connesso a PC mediante linea seriale (USB).

Sono anche possibili analisi di vario tipo (analisi di linea, vista tridimensionale, appiattimento, filtri spaziali con trasformata di Fourier...) delle immagini ottenute con le tre tecniche.

La sonda usata per le scansioni è una punta di tungsteno il cui apice viene affilato mediante attacco elettrochimico con uno speciale dispositivo adatto a uso didattico, per azzerare il costo del materiale di consumo.

Tutte le misure e analisi citate possono venire eseguite in remoto, da una classe di studenti guidati dal loro insegnante, mediante connessione Internet via ADLS. (Il server connesso direttamente al NanoEducator gestisce anche una

La tecnica SPM (Microscopia a Scansione di Sonda) può essere considerata emblematica per il settore Scienza dei Materiali e come tale andrebbe proposta come prima scelta in un percorso didattico rivolto a studenti interessati a questo settore di studi

webcam che consente agli studenti, per esempio mediante collegamento Skype, di vedere anche l'apparato, e non solo l'applicativo e le immagini ottenute).



Competenze necessarie

Gli insegnanti che aderiscono alla sperimentazione in oggetto sono addestrati sia all'allestimento della parte <client> presso un PC residente nella propria scuola connesso a Internet via ADSL, sia all'uso dello strumento e alla fruibilità didattica a livello di Scuola secondaria superiore.

Tale addestramento richiede alcune ore in collaborazione con personale fornito dal Progetto LS-SciMat presso la scuola, e alcune ore di prove con la strumentazione in modalità remota (test di funzionamento assistito dal personale operante presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova, ove è installata la parte <server> connessa con il NanoEducator).

Una volta eseguito con successo il test di funzionamento dell'esperimento, l'insegnante sceglie il tipo di campioni da analizzare con la propria classe e fissa, in accordo con l'assistente remoto, la data per l'esecuzione dell'esperimento con gli studenti.

Viene messa a disposizione degli insegnanti una documentazione cartacea e in formato pdf per consentire una più facile acquisizione delle competenze necessarie all'utilizzo del sistema e per l'introduzione didattica dell'argomento con gli studenti.

Modalità e tempi di esecuzione

L'esperimento può essere eseguito in diverse modalità: minimo 1 ora di lezione, massimo 3 ore.

Ove l'insegnante lo ritenga utile, viene fornito un CD per l'installazione nel PC della scuola del *software* necessario alla analisi (senza collegamento Internet) dei dati ottenuti dagli studenti nelle misure (immagini SFM-STM-Litografia) e scaricati via Internet nel PC della scuola.

Alcuni elementi didatticamente interessanti di questo esperimento

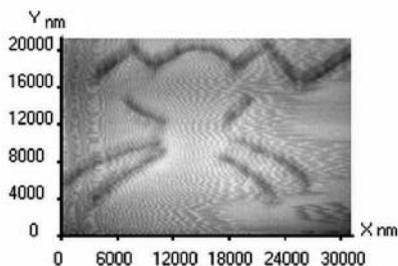
Il NanoEducator-SPM (prodotto dalla ditta MT-NDT) offre alcuni importanti spunti didattici: la sonda di forza è costituita da un piezotubo che è guidato in oscillazione risonante da una coppia di elettrodi e rivela l'ampiezza di oscillazione con una seconda coppia di elettrodi (studio dell'effetto piezoelettrico diretto e inverso); il processo elettrochimico per la realizzazione della punta della sonda è di per sé un esperimento interessante; la possibilità di esplorare una applicazione tecnologica di effetto quantistico (l'*effetto Tunnel* di elettroni dalla punta al campione) e di evidenziare il *superamento del limite di Abbe* alla risoluzione dei tradizionali microscopi ottici sono aspetti stimolanti per gli studenti interessati alla fisica moderna; la modalità di litografia

Tale addestramento richiede alcune ore in collaborazione con personale fornito dal Progetto LS-SciMat presso la scuola, e alcune ore di prove con la strumentazione in modalità remota

embossing consente di modificare i campioni e di analizzarli in tempo reale a livello microscopico...

Un esempio delle misure possibili è qui accanto riportato: si tratta di una immagine SFM di un campione precedentemente manipolato dagli studenti che hanno inciso un disegno (un gatto stilizzato) mediante microlitografia su film plastico: un gatto inciso su 2×3 millimetri di millimetro.

La tecnica consiste nel tracciare un disegno e salvarlo poi in formato BMP (una matrice di punti); quindi si istruisce la macchina a seguire il tracciato del disegno punto per punto con passo scelto a piacere (per esempio, passo nanometrico) e in ogni punto incidere il campione con forza proporzionale al tono di grigio di ciascun pixel nel file.



L'ORIENTAMENTO E IL MODELLO ORGANIZZATIVO TERRITORIALE PER IL RACCORDO SCUOLA-UNIVERSITÀ- IMPRESA

LE PREMESSE

Il Progetto «Lauree Scientifiche» si inserisce, con alcune importanti caratteristiche innovative, nel lungo e complesso processo condotto dal Ministero della Pubblica Istruzione che, nel corso di un impegno trentennale, ha cercato e sperimentato azioni e modi capaci di prevenire il disagio dei giovani in tutte le sue forme e manifestazioni e di aiutare ogni studente a perseguire il successo scolastico e formativo. In particolare, sempre più importante tra queste azioni è diventato l'*orientamento*, inteso come elemento trasversale e modalità permanente dei processi educativi più che come informazione o come diagnosi attitudinale, per il quale si è sentita fortemente la necessità di pervenire a modelli di interventi coordinati e unitari da parte dei diversi Soggetti interessati.

Infatti, i cambiamenti strutturali delle società e delle economie intervenuti negli ultimi anni, in Italia come in tutti i Paesi d'Europa e del mondo, hanno accentuato la necessità di rivedere l'organizzazione dei sistemi educativi per renderli funzionali ai cambiamenti del mondo del lavoro e della vita sociale ed evidenziato l'importanza di una formazione lungo tutto l'arco della vita. Senza contare, inoltre, che i cambiamenti in atto nel mercato, nell'organizzazione, nelle tecnologie e il livello di conoscenze richieste al singolo e alla collettività, nei processi e nei servizi, stanno producendo una profonda trasformazione del lavoro, creando nuove figure professionali e modificando i profili di competenze rispetto al passato.

Si aggiungano a questo ampio panorama di cambiamenti le indicazioni seguite alla messa a punto della Strategia di **Lisbona 2000**, il cui programma di lavoro «Education & Training 2010», al punto 3 prevede lo sviluppo e l'implementazione di «coerenti e unitarie strategie di *lifelong learning*».

di
Speranzina
Ferraro
Ministero
della Pubblica
Istruzione,
Direzione Generale
per lo Studente

Tra i settori che il Consiglio d'Europa sottolinea come problematici e su cui auspica un impegno e obiettivi comuni da parte di tutti i Paesi europei sono elencati:

- il numero elevato degli abbandoni scolastici;
- la scarsità di vocazioni scientifiche e tecnologiche, specie tra le donne;
- il mancato completamento del ciclo di istruzione secondaria superiore da parte di molti giovani;
- il basso livello di competenze chiave da parte di giovani quindicenni;
- l'insufficiente partecipazione degli adulti all'apprendimento permanente;
- la carenza di docenti e formatori qualificati.

Insieme con la definizione delle principali aree d'intervento e di priorità, il Consiglio d'Europa sottolinea il ruolo chiave dell'orientamento e dei servizi di orientamento lungo tutto l'arco della vita. Cambia, infatti, profondamente il concetto di **orientamento**, come finora è stato interpretato dai principali soggetti responsabili di azioni ai vari livelli.

La definizione condivisa e riportata nella **risoluzione**, approvata dal Consiglio d'Europa il 18 maggio 2004, sottolinea che:

«L'orientamento deve contribuire – attraverso una serie di attività – a mettere in grado i cittadini di ogni età, in qualsiasi momento della loro vita, di identificare le proprie capacità, le proprie competenze e i propri interessi, di prendere decisioni in materia di istruzione, formazione e occupazione, nonché di gestire i propri percorsi personali di vita nelle attività di formazione, nel mondo professionale e in qualsiasi altro ambiente in cui si acquisiscono e si sfruttano tali capacità e competenze».

Il Consiglio
d'Europa
sottolinea
il ruolo
chiave dello
orientamento
e dei servizi di
orientamento
lungo tutto
l'arco della vita

In tutti gli Stati europei l'orientamento, fino all'approvazione della Risoluzione, veniva praticato attraverso un'ampia gamma di strutture, di sistemi e di prassi diversi, che abbracciano l'istruzione, la formazione, l'occupazione, la disoccupazione, il settore pubblico e quello privato.

La stessa diversificazione e frammentazione sono presenti nel nostro Paese e nei nostri sistemi formativi con evidente difficoltà di ricomporre unitariamente percorsi e procedure.

In coerenza con gli obiettivi dell'Agenda di Lisbona 2000 e in continuità con le linee d'intervento sopra citate, il MPI, in tutte le sue articolazioni operative e, in particolare, la Direzione Generale per lo Studente, puntualizza gli obiettivi e finalizza gli interventi rispetto a:

- diminuzione della percentuale di abbandoni scolastici, che nel nostro Paese rimane ancora alta;
- incremento del tasso di completamento degli studi secondari superiori;

- incremento del numero di laureati nelle discipline scientifiche e ottimizzazione delle metodologie di insegnamento;
- centralità degli studenti nelle politiche di *lifelong learning*;
- formazione dei docenti.

L'**orientamento**, sulla base di queste premesse e delle nuove sfide imposte dalla globalizzazione e dalla società della conoscenza, diventa lo strumento e la strategia per la promozione del successo educativo e formativo, per il reale esercizio della cittadinanza, per l'integrazione e la coesione sociale di ciascuno.

L'orientamento si colloca così, all'interno dei processi d'istruzione e formazione come l'**attività** educativa **trasversale** che accompagna la persona lungo tutto l'arco della vita e che assume connotazioni specifiche e differenti ma coerenti con i suoi bisogni nelle diverse fasi della stessa. Esso si configura, inoltre, come l'attività specifica che va ripensata in un'ottica integrata, unitaria e concertata.

Non è più, anzi non è solo, orientamento informativo calato nelle fasi di passaggio e transizione tra scuola dell'obbligo e scuola superiore, tra scuola superiore e università, tra scuola e formazione professionale, tra scuola e mondo del lavoro. Nell'attuale contesto socio-economico diventa sempre più importante la capacità orientativa della persona di elaborare un **progetto personale**, in grado anche di ridefinirsi in maniera soddisfacente nel fronteggiamento di specifiche esperienze di transizione.

L'orientamento, perciò, diventa **bene individuale**, in quanto principio organizzatore della progettualità di una persona capace di interagire attivamente con il proprio contesto sociale e **bene collettivo** in quanto strumento di promozione del successo formativo e di sviluppo economico del Paese.

In tale visione, esso si configura, inoltre, come un'autentica sfida, capace di avviare un profondo processo di cambiamento che impegna tutti i principali Soggetti (la scuola, la famiglia, l'università, gli enti locali, l'impresa, il mondo del lavoro, ...).

Cosa implica questa sfida per ciascun Soggetto?

Per la **Scuola** significa imparare a lavorare sin dalla scuola primaria in un'ottica orientante, ove l'orientamento è dimensione trasversale a tutte le discipline e le discipline sono permeate dalla didattica orientativa.

Per l'**Università** significa imparare a lavorare insieme con le scuole secondarie di 2° grado al fine di definire una didattica efficace e un apprendimento attivo e partecipato anche in funzione della transizione Scuola-Università, per aiutare gli studenti a fare scelte consapevoli, in linea con i bisogni e i sogni di ciascuno.

Per l'**Impresa** significa attivare percorsi integrati scuola/lavoro, finalizzati a stimolare l'interesse degli studenti per le discipline scientifiche, per far cogliere la loro profonda implicazione con i processi del mondo del lavoro e della società e per fornire loro le informazioni utili per scegliere la facoltà universitaria e per gestire al meglio il passaggio al mercato del lavoro.

Diventa sempre più importante la capacità orientativa della persona di elaborare un progetto personale, in grado anche di ridefinirsi in maniera soddisfacente nel fronteggiamento di specifiche esperienze di transizione

In definitiva, la consapevolezza acquisita, a fronte dei profondi cambiamenti, in campo sociale, economico e normativo degli ultimi anni porta a ripensare le nostre strategie e a perseguire la preparazione dei cittadini e dei lavoratori di domani attraverso l'azione coordinata e armonica di tutti i Soggetti e non più di ogni Agenzia separatamente, sia essa Scuola, Università o Impresa.

Il Progetto «**Lauree Scientifiche**», avviato nel 2005 grazie alla collaborazione tra il Ministero dell'Istruzione e dell'Università, Conferenza nazionale di Scienze e Tecnologie e Confindustria, nasce da queste premesse con l'obiettivo di sperimentare e validare, per questo specifico segmento formativo, un nuovo modello di cooperazione tra Scuola e Università, un nuovo modello di formazione dei docenti, la collaborazione con il mondo del lavoro e dell'impresa, il rafforzamento delle «reti» di orientamento su tutto il territorio nazionale e, nel caso specifico, la motivazione e le competenze acquisite nelle discipline scientifiche dai nostri studenti, come responsabile risposta alle sfide della società globale.

Le azioni sperimentali sviluppate negli anni hanno consentito di individuare e definire le caratteristiche metodologiche e organizzative più qualificanti e idonee a perseguire lo sviluppo armonico di ciascuno. Le principali sono:

- approccio di **rete** a ogni livello d'intervento;
- focus sul **territorio** come sede ottimale per l'integrazione operativa degli interventi;
- **formazione in servizio** degli insegnanti attraverso l'attivazione di percorsi sperimentali di progettazione, ricerca-azione;
- valorizzazione della **didattica laboratoriale**, centrata su bisogni e problemi concreti;
- ruolo attivo e partecipe degli **studenti** nella progettazione e nella realizzazione delle attività formative;
- presenza di **sedì e organismi di coordinamento**, programmazione, monitoraggio e verifica degli interventi a vari livelli territoriali.

L'esperienza acquisita con le azioni è risultata oltremodo utile anche quando si è trattato di definire nuovi interventi che presentano profili di elevata complessità, quali:

- la valorizzazione delle discipline scientifiche;
- l'incremento delle competenze scientifiche degli studenti e delle iscrizioni alle Facoltà di Matematica, Fisica, Chimica e Scienza dei Materiali¹.

1. Si veda l'indagine OCSE-PISA 2006 (<http://www.pisa.oecd.org/>) e <http://www.invalsi.it/ric-int/PISA2006/sito/> e, in particolare, le competenze dei quindicenni italiani in matematica molto al di sotto della media europea, con un quadro altrettanto variegato e differente tra Nord e Sud.

Le azioni sperimentali sviluppate negli anni hanno consentito di individuare e definire le caratteristiche metodologiche e organizzative più qualificanti e idonee a perseguire lo sviluppo armonico di ciascuno

LA RETE

Un riferimento specifico alla «rete» e alla sua dimensione educativa è opportuno in questa sede. Infatti, la rete è presente nel processo formativo a tutti i livelli d'intervento e nel Progetto «Lauree Scientifiche» ritorna sia come strumento organizzativo sia come concetto culturale.

Perché la rete è così importante?

Va ricordato che il concetto di rete è sempre stato un elemento forte nelle strategie di lotta alla dispersione scolastica, soprattutto nell'intento di ricondurre a unitarietà e uniformità gli interventi.

Nell'attuale contesto normativo, in cui opportunamente si inserisce l'art. 7 del DPR 8 marzo 1999, n. 275², che riguarda la costituzione di reti di scuole e il riconoscimento dell'esigenza di una «progettazione integrata», l'idea della «rete che accoglie» aiuta a sottolineare il passaggio da una rete di scuole come mero espediente organizzativo a una rete di educazione, solidarietà e civismo, che deve aiutare e sostenere ogni persona. Una rete nella quale le stesse istituzioni crescono perché apprendono e si alimentano della cultura e della vita del territorio e interagiscono perché a esso appartengono pienamente. Questa dimensione della rete è particolarmente importante a livello territoriale ove il coordinamento si realizza attraverso obiettivi condivisi rispetto a un problema assunto da tutti i Soggetti, attraverso l'adozione di strategie comuni e una struttura formalizzata ma flessibile e adattabile alle situazioni che si determinano.

A quali condizioni si realizza la rete?

«Per costruire una rete che accoglie la complessa realtà dei ragazzi e del territorio e che coinvolge l'istituzione scolastica e i diversi Soggetti del territorio è necessario innanzitutto individuare, riconoscere e condividere una situazione divenuta problematica. Il senso stesso dell'esistenza di una rete territoriale muove dal presupposto di darsi un obiettivo comune e di essere disponibili a condividere e a mettere in atto strategie di azioni sinergiche nel momento in cui viene individuato un problema. Sul territorio esistono e operano Soggetti diversi. Questi possono scegliere di «operare in rete», una rete attiva, che si accende ed è funzionale alla soluzione di un problema e al raggiungimento di uno scopo»³.

A questo concetto di rete abbiamo fatto riferimento e alle condizioni per renderla attiva e funzionale, quando si è trattato di coniugare i diversi livelli di sviluppo e articolazione del progetto «Lauree Scientifiche».

2. DPR 8 marzo 1999, n. 275, concernente il regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, art. 7: Reti di scuole. In particolare commi 2, 4, 6, 8.

3. «Il successo formativo dei giovani nel sistema delle autonomie: esiti della ricerca/intervento Sp.Or.A», Ed. RISA, 2003.

L'idea della «rete che accoglie» aiuta a sottolineare il passaggio da una rete di scuole come mero espediente organizzativo a una rete di educazione, solidarietà e civismo, che deve aiutare e sostenere ogni persona

IL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»⁴ (PLS)

All'avvio del Progetto «Lauree Scientifiche» nel 2005 abbiamo avvertito le enormi potenzialità che si aprivano, con la possibilità di sperimentare a livello nazionale su un campione così ampio, costituito dalle Università e dai docenti universitari, dai docenti e dagli studenti del triennio di Scuola secondaria di 2° grado di tutte le regioni italiane e dalle imprese, un modello di orientamento specifico per il passaggio tra Scuola e Università, di collaborazione sistematica tra queste istituzioni sulla base offerta da obiettivi comuni e condivisi, da realizzare con la formazione dei docenti attraverso la ricerca-azione e con il coinvolgimento attivo degli studenti in attività significative e tratte dal mondo reale.

Non possiamo trascurare questo particolare segmento che riguarda l'orientamento nella fase di passaggio tra la Scuola secondaria di 2° grado e l'Università, che ha rappresentato fino a questo momento uno degli anelli deboli del sistema formativo nazionale, con evidenti ricadute negative sia sugli studenti sia sul sistema d'istruzione nel suo complesso.

Il Progetto, come già è stato detto, nasce dalla collaborazione tra il Ministero dell'Università e Ricerca, il Ministero della Pubblica Istruzione (che nel 2005 figuravano come un unico Ministero), Confindustria e la Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie.

Per il Ministero dell'Università è coinvolta la Direzione Generale per lo Studente e il Diritto allo Studio. Per il Ministero della Pubblica Istruzione la Direzione Generale per lo Studente e la Direzione Generale per il Personale della Scuola.

Il Progetto viene finanziato dal Ministero per gli anni 2006 e 2007 con una cifra pari a 8,5 milioni di euro a cui il Ministero della Pubblica Istruzione partecipa con un finanziamento pari a 2 milioni di euro così articolato:

- 1,5 milioni di euro dal MPI, Direzione Generale per lo Studente;
- 0,5 milioni di euro dal MPI, Direzione Generale per il Personale della Scuola.

La Direzione Generale per lo Studente, consapevole, tuttavia, della necessità di intervenire sulla didattica sin dalla scuola primaria, finanzia contestualmente al PLS, il «Master in didattica delle scienze» destinato a docenti della Scuola primaria e della secondaria di 1° grado, a livello sperimentale, nelle regioni di: Campania, E. Romagna, Friuli V. Giulia, Lazio, Liguria, Lombardia, Piemonte, Sicilia. Ai finanziamenti ministeriali si devono aggiungere oltre 2,5 milioni di euro provenienti in larga parte dal co-finanziamento dell'Università e, in parti minori, di altri Enti.

4. Si veda il portale: <http://www.progettolaureescientifiche.it>

Non possiamo trascurare l'orientamento nella fase di passaggio tra la Scuola secondaria di 2° grado e l'Università, che ha rappresentato fino a questo momento uno degli anelli deboli del sistema formativo nazionale

Tabella 1 • Distribuzione delle risorse della DG Studente agli UU.SS.RR.

Uffici Scolastici Regionali	Totale assegnazioni DG Studente	Totale assegnazioni DG Personale
Abruzzo	13.916,00 €	4.639 €
Basilicata	11.102,00 €	3.701 €
Calabria	73.999,00 €	24.667 €
Campania	70.589,00 €	23.529 €
Emilia Romagna	240.306,00 €	80.953 €
Friuli-Venezia Giulia	71.017,00 €	34.929 €
Lazio	158.172,00 €	52.725 €
Liguria	62.893,00 €	20.964 €
Lombardia	220.786,00 €	73.595 €
Marche	30.227,00 €	10.075 €
Piemonte	68.086,00 €	22.696 €
Puglia	80.559,00 €	26.853 €
Sardegna	49.417,00 €	16.472 €
Sicilia	99.146,00 €	25.580 €
Toscana	105.273,00 €	35.090 €
Umbria	36.776,00 €	12.259 €
Veneto	107.736,00 €	35.912 €
TOTALE	1.500.000,00 €	500.000,00 €

Tale compartecipazione finanziaria viene finalizzata a sostenere l'azione specifica denominata «Orientamento e Formazione Insegnanti» delle aree di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze dei Materiali, con specifiche attività rivolte a studenti e docenti delle classi III, IV e V degli Istituti secondari di 2° grado. Il Progetto vede coinvolte tutte le Regioni italiane, a eccezione del Molise e della Valle d'Aosta (in queste Regioni non sono presenti Corsi di Laurea nelle discipline oggetto del Progetto), per cui si può affermare che il campione coinvolto è ampiamente rappresentativo e significativo, come si ricava dalla lettura delle tabelle già presentate nel terzo intervento di questo fascicolo.

L'intento principale, come si diceva, consiste nello sperimentare un **nuovo modello di orientamento**, tra Scuola secondaria di 2° grado e Università, caratterizzato dalla progettazione e realizzazione congiunta, da parte di docenti universitari e docenti di Scuola secondaria con la partecipazione degli studenti, di **attività con forte valenza culturale e orientativa**, di un **nuovo modello di formazione in servizio dei docenti** e di una didattica basata sulla **pratica laboratoriale**, anche a partire da esperienze e problemi colti dalla quotidianità.

L'intento principale consiste nello sperimentare un nuovo modello di orientamento, un nuovo modello di formazione in servizio dei docenti e una didattica basata sulla pratica laboratoriale

Nel corso dei due anni il Progetto «Lauree Scientifiche» ha sperimentato e offerto un modello di **orientamento formativo** interessante e che ha dato esiti positivi a tal punto che sembrerebbe auspicabile un'estensione anche ad altri Corsi di Laurea, anche al fine di consolidare due importanti azioni, cioè la responsabilizzazione dei docenti nell'orientamento degli studenti alla vigilia della scelta universitaria e il coordinamento tra Università e Istruzione al fine di rendere sistematiche e strutturali le modalità di collaborazione, progettazione e intervento congiunti.

In questo intervento non ci soffermeremo sui numeri della partecipazione e sulle attività specifiche, che sono già stati introdotti e commentati nei precedenti interventi, quanto piuttosto sul modello di coordinamento realizzato a livello territoriale.

Il dato comune di tutte le realtà territoriali è caratterizzato dalla comunanza di azioni messe in atto:

1. corsi di formazione per docenti dell'area scientifica realizzati attraverso la metodologia della ricerca-azione;
2. corsi sperimentali di laboratorio per studenti delle Scuole secondarie di secondo grado;
3. altre esperienze e attività collaterali, come conferenze, mostre, visite guidate e stage presso i laboratori di ricerca universitari.

I TAVOLI DI COORDINAMENTO REGIONALE DEL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

Al Comitato Tecnico-Scientifico Nazionale, istituito con decreto 5 ottobre 2004 del Dipartimento per l'Università, l'Alta Formazione Artistica, Musicale e Coreutica e per la Ricerca scientifica e tecnologica, è affidato il compito di sostenere la coerenza e lo sviluppo delle azioni a livello nazionale, supportare la creazione, a livello regionale, di Tavoli di Coordinamento formati da rappresentanti dell'Università, dell'Ufficio Scolastico Regionale e di Confindustria regionale e/o provinciale e di facilitare la comunicazione tra i vari livelli. A detto organismo viene affidato il compito di monitorare e coordinare le attività a livello locale dei progetti nazionali approvati, uno per Chimica, uno per Fisica, uno per Matematica, uno per Scienza dei Materiali.

SOGGETTI COMPONENTI E MODALITÀ DI COORDINAMENTO

In ciascuna Regione è stato costituito il Tavolo di Coordinamento, con il compito, sulla base delle indicazioni nazionali, di seguire, sostenere e monitorare costantemente l'evoluzione locale dei sottoprogetti.

In ciascuna Regione è stato costituito il Tavolo di Coordinamento, con il compito, sulla base delle indicazioni nazionali, di seguire, sostenere e monitorare costantemente l'evoluzione locale dei sottoprogetti

In ciascun territorio operano in collaborazione i Soggetti previsti, cioè una o più Università consorziate, l'Ufficio Scolastico Regionale, un gruppo di istituzioni scolastiche di 2° grado, Associazioni imprenditoriali, Imprese, Enti o Istituti di ricerca.

Il Tavolo, coordinato dal direttore dell'USR, ha il compito di:

- assicurare la stretta integrazione tra Scuola, Università e Imprese;
- fornire ai progetti l'assistenza necessaria nelle forme e nei limiti previsti da questo protocollo/convenzione;
- elaborare strumenti formali per una efficace gestione amministrativo-contabile del Progetto;
- verificare *in itinere* la conformità dei progetti con gli obiettivi di cui alle Linee Guida nazionali.

In particolare, al coordinamento regionale è affidato il compito di omogeneizzare i criteri di selezione delle scuole, di effettuare il costante monitoraggio del Progetto, anche attraverso l'ausilio di gruppi tecnici, di coordinare tutte le attività complementari utili alla migliore riuscita del Progetto, di distribuire alle scuole le risorse assegnate dal Ministero dell'Istruzione per la formazione docenti e per i laboratori con gli studenti.

Le risorse finanziarie del MPI sono assegnate da parte di ciascun Ufficio Scolastico Regionale a una o più scuole del territorio, che assumono la responsabilità amministrativo-contabile della gestione delle stesse.

Inoltre, ogni Ufficio Scolastico Regionale nomina un **referente** regionale del Progetto, incaricato di favorire il processo di comunicazione e il passaggio di dati e di informazioni sullo sviluppo del Progetto tra il livello nazionale del MPI e regionale e tra il livello regionale e i livelli provinciali e le scuole.

Ogni Ufficio Scolastico Regionale nomina un referente regionale del Progetto, incaricato di favorire il processo di comunicazione e il passaggio di dati e di informazioni sullo sviluppo del Progetto

Tabella 2 • I referenti del PLS presso gli Uffici Scolastici Regionali

Ufficio Scolastico Regionale	Referente regionale PLS	Ufficio Scolastico Regionale	Referente regionale PLS
ABRUZZO	Prof.ssa Marlena Cannella	MOLISE	Prof. Donato De Renzis
BASILICATA	Prof.ssa Angela Filardi	PIEMONTE	Prof. Camillo Di Menna
CALABRIA	Isp. Domenico Torchia	PUGLIA	Prof. Leonardo Nicoletti Prof.re Cristoforo Abbattista
CAMPANIA	D.S. Vincenzo Rosati Tarulli	SARDEGNA	Prof.ssa Maria Marras
EMILIA ROMAGNA	Prof.ssa Assunta Parrillo Sostituita dal 1.09.2006 dalla prof.ssa Cristina Casadio Loreti	SICILIA	Prof. Giuseppe Riccioli
FRIULI-V. GIULIA	Isp. Luigi Torchio	TOSCANA	Prof.ssa Francesca Balestri
LAZIO	D.T. Elvira Nota	UMBRIA	D.T. Roberto Stefanoni
LIGURIA	Prof.ssa Vanda Carlevaro e prof.ssa Laura Capelli	VENETO	Dir. Gianna Miola Dir. Stefano Quaglia
LOMBARDIA	Prof.ssa Luisa Belvisi; dal 12/10/2007 Bruna Baggio		

In accordo con le «Linee guida» nazionali, ogni progetto regionale assume come obiettivo la diffusione della cultura scientifica e la riduzione della disaffezione dei giovani per le discipline scientifiche

In accordo con le «Linee guida» nazionali, ogni progetto regionale assume come obiettivo la diffusione della cultura scientifica e la riduzione della disaffezione dei giovani per le discipline scientifiche. Anzi è da sottolineare che un significativo rilievo è dato al progetto da parte di tutti gli Uffici Scolastici Regionali attraverso l'inserimento dello stesso in un quadro articolato di azioni intraprese per arginare il fenomeno della «fuga» dalle discipline scientifiche. Ma il dato più affascinante, che si rispecchia nelle considerazioni di premessa di molti Uffici Scolastici Regionali, è l'affermazione che le azioni del Progetto «Lauree Scientifiche» sono messe in relazione coerente con l'orientamento formativo e con le linee del Piano Nazionale di Orientamento, con le priorità e le emergenze dei parametri di Lisbona e con le risultanze in termini di competenze dei quindicenni delle prove OCSE-PISA 2006. L'orientamento pre-universitario viene cioè compreso all'interno di un piano globale e sistematico di interventi lungo tutto l'arco formativo e ciascuna

azione orientativa della scuola viene intesa come parte integrante e strutturale dell'insegnamento di qualunque disciplina. Questo è, senza dubbio, un segnale importante rispetto alla positiva accoglienza e alla validità della proposta progettuale.

In quasi tutte le Regioni, oltre al Tavolo Regionale, vengono istituiti gruppi di ricerca per ciascun progetto disciplinare, spesso già operanti e attivi sul territorio, che vedono la presenza e la collaborazione di docenti universitari e docenti di Scuola secondaria di 2° grado per l'incremento e lo sviluppo delle competenze scientifiche e didattiche e per la progettazione congiunta delle attività laboratoriali.

FUNZIONALITÀ DEL TAVOLO REGIONALE

La lettura delle relazioni finali sul Progetto, elaborate dagli Uffici Scolastici Regionali, fa emergere un giudizio sostanzialmente positivo rispetto alla funzionalità del Tavolo Regionale.

Le voci di criticità sono relative in gran parte alla complessità delle operazioni connesse alla gestione amministrativo-contabile delle risorse, affidata a più soggetti con conseguente difficoltà di coordinamento.

L'esperienza e i dati in nostro possesso ci inducono, tuttavia, a sottolineare che, a livello territoriale, sono emerse difficoltà di dialogo traUSR e Università locali, rilevate nella fase di avvio dei progetti riguardo all'assegnazione e alla gestione delle risorse finanziarie, alla individuazione e selezione delle scuole nonché alla conduzione operativa delle azioni programmate. Molte di queste difficoltà sono state superate grazie all'impegno serio di tutte le componenti, ma certamente non sono stati risolti tutti i problemi. Un merito, tuttavia, il Progetto «Lauree Scientifiche» lo ha acquisito, cioè quello di aver aperto il canale di comunicazione e di dialogo tra questi due Soggetti e, quindi, tra questi importanti segmenti formativi.

Si riportano, di seguito, a esemplificazione e integrazione di quanto affermato, alcuni brevi stralci tratti dalle relazioni finali degli Uffici Scolastici Regionali.

Basilicata: Alti livelli di efficacia vengono rilevati in merito a: «integrazione fra sistemi, ricaduta positiva sulle strategie di orientamento e di rimotivazione allo studio degli studenti verso le discipline scientifiche».

Calabria: Dalla documentazione pervenuta, si deduce che il Tavolo Regionale, costituito secondo il modello fornito e con la rappresentanza di tutti i soggetti istituzionali, ha funzionato con regolarità. L'USR ha, tuttavia, evidenziato alcuni elementi di debolezza nel contesto regionale: la scarsa collaborazione di Confindustria Calabria e del mondo imprenditoriale, i limiti del

Le voci di criticità sono relative in gran parte alla complessità delle operazioni connesse alla gestione amministrativo-contabile delle risorse, affidata a più soggetti con conseguente difficoltà di coordinamento

modello di gestione finanziaria per il frazionamento dei fondi e la gestione divisa fra Enti e la poca motivazione da parte dei docenti delle scuole. Per rispondere a queste difficoltà, l'USR ha perfezionato la convenzione con una integrazione successiva, che ha affidato i finanziamenti ministeriali e la loro gestione all'Università.

Campania: Dalla lettura della relazione si ricava un giudizio, in generale, di buona funzionalità del Tavolo rispetto agli obiettivi specifici della convenzione. Buona la collaborazione con Confindustria Campania, che si è concretizzata in azioni realizzate insieme con numerose aziende associate all'Unione Industriali di Napoli e di Salerno.

Emilia Romagna: Il modello di raccordo ha sviluppato nella Scuola emiliano-romagnola «un'azione sinergica tra competenze diverse, un nuovo modo stimolante di procedere creando il contatto tra istituzioni ma anche un'azione di *'sociability'* evoluta, di cattura dell'interesse e della curiosità rispetto alle discipline scientifiche».

Molte iniziative sono nate dalla collaborazione con Confindustria locale, tra tutte citiamo l'iniziativa «La chimica siamo noi... Parma 2007», patrocinata tra l'altro dall'Unione Parmense Industriali e da Confindustria in cui è stata offerta «una chimica visibile attraverso originali stand dislocati in un'unica sede, curati e personalizzati dalla creatività comunicativa dei diversi promotori».

Lazio: Nonostante le difficoltà e le incomprensioni iniziali, il coordinamento regionale è riuscito, nel corso dei due anni, a portare «allo stesso tavolo, per la prima volta, i rappresentanti di Scuola, Università e Impresa, è stata avviata una rete di relazioni a livello locale fra Soggetti diversi, docenti delle istituzioni scolastiche, docenti universitari, enti locali, imprenditori. Ciò ha presupposto la costruzione e/o l'implementazione di strumenti organizzativi e comunicativi». Tra le criticità viene individuata la «resistenza, in varie scuole, all'adeguamento flessibile dell'orario scolastico alle necessità progettuali; il problema dell'«orario ingessato» ha in più casi costituito un fattore di difficoltà».

Liguria: «Il confronto tra i partner del Progetto ha costituito un punto di forza riguardo sia agli aspetti organizzativi sia formativi. La partecipazione di Confindustria è risultata fattiva per le attività inerenti il Progetto di Chimica, più marginale per le altre discipline».

Lombardia: Il Tavolo Regionale ha costituito, inoltre, «lo spazio di riflessione e di confronto sulle soluzioni innovative del Progetto, luogo di scambio di idee, progetti, attività: l'approccio attivo all'orientamento, la progettazione per competenze, la formazione attiva».

Il modello di raccordo ha sviluppato nella Scuola emiliano-romagnola un'azione sinergica tra competenze diverse, un nuovo modo stimolante di procedere creando il contatto tra istituzioni ma anche un'azione di *'sociability'* evoluta

Le riunioni congiunte hanno consentito ai referenti dei progetti locali di seguire e concordare procedure omogenee. È stato favorito e sostenuto il ruolo delle scuole come unità strategiche di promozione del cambiamento, diventando laboratori di sviluppo professionale per gli insegnanti e aree di lavoro per migliorare e sviluppare le competenze degli studenti.

Marche: «È necessario valorizzare il dialogo e la fattiva collaborazione tra le diverse istituzioni: Scuola, Università, Mondo del lavoro. Il modello di raccordo utilizzato va, perciò, mantenuto e incentivato per consentire l'individuazione di comuni strategie tra le suddette istituzioni, nella condivisione di intenti e obiettivi».

Numerose iniziative di collaborazione sono state promosse congiuntamente dall'Università locale con Confindustria Marche, «al fine di offrire occasioni di informazione e formazione volte all'orientamento dei giovani nell'ambito delle discipline scientifiche, in relazione con la realtà produttiva del territorio marchigiano, oltre che quello nazionale».

Piemonte: Rispetto alla funzionalità del Tavolo, viene evidenziato che esso «ha permesso un confronto tra i vari Soggetti, tutte le decisioni sono state prese all'unanimità. Particolarmente utile la presenza dell'Unione Industriali e di Confindustria che ha permesso un'interazione efficace con il mondo produttivo del territorio». Si segnala che il progetto di Fisica dell'Università degli Studi di Torino è stato arricchito da una attività nuova: «La fisica del quotidiano». Attraverso uno specifico gruppo di lavoro, riservato ai docenti delle Scuole secondarie di 2° grado, sono state sviluppate delle unità di lavoro sui temi della fisica nei fenomeni di vita quotidiana.

Puglia: Grazie al Progetto «Lauree scientifiche» si è creata una «rete» territoriale con la costituzione di gruppi di ricerca, supportati da docenti universitari. L'esiguità dei fondi ha, però, limitato il progetto alle due province di Bari e di Lecce. Nel futuro, si ritiene di dover estendere la partecipazione agli Istituti scolastici afferenti alle altre province pugliesi». Elemento positivo di ricaduta del Progetto è l'aver fatto «rivivere» laboratori relativamente attrezzati ed efficienti di scuole superiori abbandonati da tempo.

Sardegna: «La valutazione generale del Progetto è positiva come emerge dalle valutazioni *in itinere* effettuate nei singoli contesti. Una criticità viene espressa a proposito delle risorse troppo esigue per coprire tutto il territorio e far partecipare tutti gli studenti». Una serie di domande sono maturate nel contesto regionale rispetto all'impianto progettuale del PLS e su cui riflettere. Viene posto l'accento sul ruolo del docente in classe e sulla sua capacità di interessare e coinvolgere lo studente all'apprendimento e alle singole aree disciplinari.

Si segnala che il progetto di Fisica dell'Università degli Studi di Torino è stato arricchito da una attività nuova: «La fisica del quotidiano»

Sicilia: L'USR Sicilia ha distribuito le risorse del Ministero dell'Istruzione a tutte le Scuole secondarie di 2° grado coinvolte nel Progetto. Questa modalità ha causato inizialmente qualche difficoltà nella gestione delle risorse stesse e qualche incomprensione, poi risolte con la collaborazione di ciascun componente il Tavolo Regionale.

«Tutti i Soggetti partecipanti al Tavolo Regionale hanno evidenziato la necessità di proseguire il Progetto anche in considerazione dell'attenzione e della sensibilità sviluppata sia nella Scuola sia nell'Università sui temi della sperimentazione, della laboratorialità e del lavoro di rete».

«Molto positiva l'esperienza di collaborazione tra Università, Scuola e Ufficio Scolastico Regionale, sia per la capacità di programmare, progettare e realizzare insieme percorsi formativi per docenti ed esperienze laboratoriali per studenti, sia per aver messo in comune risorse professionali, strutturali e strumentali e finanziarie per la realizzazione dei singoli progetti».

Toscana: «L'esperienza maturata nel Progetto «Lauree Scientifiche» ha permesso di rendere sistematiche le attività di orientamento verso l'Università». Il PLS è stato coerentemente inserito nell'impianto di tutte le azioni inerenti l'orientamento.

Veneto: «Il Progetto ha visto la collaborazione continua e organica fra le Università del Veneto e l'USR. L'organizzazione delle attività si è sviluppata per 'poli territoriali', presso i quali si sono svolte attività di laboratorio didattico, di formazione per i docenti, di ricerca-azione con gli studenti». Si sono costituiti circa 58 poli scolastici a cui hanno fatto capo diverse scuole del territorio con progetti specifici di orientamento degli studenti e di formazione dei docenti, una sorta di «orientamento finalizzato», caratterizzato da «stimolazione dell'interesse, valorizzazione delle eccellenze e sviluppo della passione attraverso l'incoraggiamento all'approfondimento».

Il Tavolo Regionale ha funzionato in piena armonia. Buona è stata anche la collaborazione e l'interazione con le imprese locali.

«Per rendere operative le decisioni del Tavolo sono stati istituiti specifici 'Nuclei di coordinamento' costituiti da docenti delle Scuole e docenti dell'Università, che si sono rivelati il vero motore strategico del Progetto, dei veri e propri cervelli periferici, che hanno di volta in volta adattato le decisioni generali ai contesti particolari».

Una peculiarità dell'USR Veneto è stata l'individuazione, a partire dall'anno scolastico 2006-07, di un nucleo di 6 docenti, in semiesonero, incaricati di svolgere funzioni di collegamento fra le Scuole e l'USR, rimanendo, però, a scuola. «L'attività di questi docenti è stata preziosissima, perché ha reso efficace la capillare diffusione delle proposte di formazione per i docenti e delle esperienze scientifiche per gli studenti».

Significativa è stata la collaborazione di Confindustria locale.

Una peculiarità dell'USR Veneto è stata l'individuazione, a partire dall'anno scolastico 2006-07, di un nucleo di 6 docenti, in semiesonero, incaricati di svolgere funzioni di collegamento fra le Scuole e l'USR

Alle considerazioni avanzate dagli Uffici Scolastici Regionali vanno affiancate alcune riflessioni. Va evidenziata la decisione assunta da molti Uffici Scolastici Regionali di finanziare ulteriormente il Progetto con propri fondi che si sono aggiunti a quelli già assegnati dal Ministero dell'Istruzione e dal Ministero dell'Università. Questo in considerazione della rilevanza e della solidità della proposta progettuale oltre che della volontà di ampliare le proposte di attività e di opportunità per le scuole del territorio.

Certamente la sperimentazione ha coinvolto un campione di docenti, di classi e di studenti ampio, tuttavia ancora limitato rispetto alla totalità degli studenti e dei docenti. Le risorse a disposizione non sono state sufficienti a coprire tutte le richieste di coinvolgimento, come l'ampliamento anche al biennio degli Istituti di istruzione secondaria di 2° grado e a docenti di altre discipline, che in alcune Regioni hanno partecipato ai laboratori a proprie spese e oltre l'orario di servizio.

Il ruolo dei Tavoli Regionali è stato un ruolo attivo, considerato che da più parti è stata avvertita l'esigenza di sottoporre a valutazione intermedia il Progetto al termine del primo anno di sperimentazione, al fine di verificarne punti forti e deboli. Il Tavolo Regionale del Piemonte, per esempio, a seguito della manifestazione di alcune criticità al termine del primo anno, ha introdotto alcuni «correttivi che hanno riguardato il decentramento delle attività pianificate nel Progetto e l'individuazione di un referente in ogni istituzione scolastica aderente al Progetto, a cui fare riferimento per rendere più efficace la comunicazione con le scuole stesse».

La lettura delle relazioni degli UU.SS.RR. fa emergere, però, una partecipazione a diverse velocità da parte del mondo delle imprese. In alcune Regioni questa istituzione ha partecipato attivamente e contribuito al buon esito delle iniziative, in altre, invece, ha avuto, in generale, un ruolo più distaccato.

Da parte di tutti i partecipanti viene auspicata per il futuro una partecipazione più attiva e tale da offrire ai giovani quella conoscenza diretta sul mondo dell'impresa e del lavoro di cui hanno un grande bisogno.

INIZIATIVE AGGIUNTIVE

Alcuni Uffici Scolastici Regionali hanno, inoltre, promosso iniziative aggiuntive, che sono andate arricchendo il bagaglio formativo del Progetto.

L'USR della Basilicata, per esempio, ha istituito i Poli per la cultura tecnico-scientifica, a cui prevede di affiancare in tempi brevi i «Centri didattici per la diffusione della cultura scientifica». A essi accederanno docenti della Scuola secondaria di 1° e 2° grado, docenti delle facoltà interessati e ricercatori di enti e centri di ricerca. Questi Centri saranno finalizzati a:

1. potenziare le attività di aggiornamento e formazione dei docenti di ogni ordine e grado, con maggiore riguardo alla didattica laboratoriale per le discipline di interesse;

Certamente la sperimentazione ha coinvolto un campione di docenti, di classi e di studenti ampio, tuttavia ancora limitato rispetto alla totalità degli studenti e dei docenti

2. sensibilizzare le famiglie a partire dalla Scuola secondaria di 1° grado;
3. potenziare le azioni riferite alle attività laboratoriali (curricolari-extracurricolari-extrascolastiche) visto che l'esperienza condotta ha rilevato potenzialità e interessi inaspettati anche presso quegli studenti che inizialmente mostrano scetticismo.

Altra iniziativa che merita di essere citata è lo «*small-scale study*», una ricerca qualitativa realizzata dall'USR Emilia Romagna per valutare la ricaduta del PLS sulle scuole della Regione. La ricerca sperimentale, condotta da una ricercatrice dell'IRRE ER, ha utilizzato la tecnica dei *focus group* con 6 diversi sottogruppi di studenti sulla base di alcune guide tematiche: analisi del contesto e valutazione dell'esperienza di formazione; formazione e sviluppo della motivazione alle lauree scientifiche; autovalutazione dell'esperienza di formazione ricevuta.

Per la lettura dell'intero report della ricerca «Progetto successo formativo e discipline tecniche» si rimanda all'indirizzo dell'Ufficio Scolastico Regionale: <http://www.istruzioneer.it> nelle pagine riservate all'orientamento. Questa ricerca è importante perché è stata realizzata da un ricercatore non coinvolto nel Progetto e perché è una ricerca di tipo qualitativo.

È utile, tuttavia, riportare alcune considerazioni finali scaturite dall'indagine svolta, che sostanzialmente confermano i dati che emergono a livello nazionale. «Gli aspetti del progetto che risultano più efficaci e rispondenti agli obiettivi del progetto sono:

- la collaborazione tra Scuola e Università;
- le attività sviluppate con la modalità del 'laboratorio';
- la proposta di argomenti interessanti tratti dalla vita di tutti i giorni, dal quotidiano.

L'obiettivo di stimolare l'apprendimento è stato colto attraverso il coinvolgimento attivo degli studenti e l'approccio collaborativo ai temi e ai problemi affrontati».

Le opinioni degli studenti: «L'attività era svolta in maniera diversa dalle lezioni scolastiche», «non vi erano appunti da prendere, non vi erano voti né una relazione finale da consegnare. L'attività era data prevalentemente dall'osservazione degli esperimenti, a cui seguiva la compilazione di griglie e questionari finali». Si è generato un clima motivante all'apprendimento per tutti i partecipanti.

La ricerca ha anche evidenziato alcune criticità su cui varrà la pena riflettere nel caso in cui ci sarà una nuova fase del Progetto nazionale.

Anche l'USR Lombardia ha investito consistenti risorse ed energie per promuovere la diffusione della cultura scientifica, motivare i giovani e sostenere

Altra iniziativa che merita di essere citata è lo «*small-scale study*», una ricerca qualitativa realizzata dall'USR Emilia Romagna per valutare la ricaduta del PLS sulle scuole della Regione

l'innovazione nella didattica. Infatti, «la linea strategica di questo Ufficio Regionale è stata quella di attivare partenariati di alto profilo con gli Atenei lombardi e i loro Dipartimenti di area scientifica, i Centri di eccellenza, le Fondazioni, Enti, Associazioni, Musei, Editoria, Imprese e Associazioni di impresa per la condivisione di risorse strumentali e progettuali e per la sperimentazione di dispositivi innovativi».

Per le specifiche iniziative progettuali, tutte pervase da un forte spessore innovativo, si rimanda al sito: <http://www.istruzione.lombardia.it>.

IMPATTO SULLE SCUOLE - LABORATORI E FORMAZIONE DOCENTI

Elementi centrali del monitoraggio e della valutazione sono la qualità e il tipo di coinvolgimento delle scuole coinvolte. Abbiamo riscontrato, leggendo le relazioni trasmesse da tutti gli Uffici Scolastici Regionali, che l'impatto è stato molto positivo e che da ogni parte c'è una richiesta generalizzata di reiterazione del Progetto e di ampliamento della rete di scuole da coinvolgere.

Basilicata: L'Ufficio Regionale afferma: «Dai questionari conclusivi [...] si evince che l'esperienza è – nella sua globalità – da ritenersi molto positiva in termini di coinvolgimento, partecipazione e impegno» e che è cresciuto il numero degli immatricolati nelle discipline scientifiche rispetto all'anno 2004-05.

«I docenti coinvolti ritengono molto efficace l'esperienza soprattutto in riferimento alla positiva ricaduta sulla didattica ordinaria e al significativo sviluppo professionale e personale che i percorsi formativi hanno prodotto».

Calabria: Il Progetto è stato «una buona palestra per attivare meccanismi virtuosi e collaborativi tra Scuole e Università» e «ha visto un aumento degli iscritti alle Facoltà di Scienze della Calabria».

Campania: L'USR attraverso l'iniziativa «Gli studenti raccontano», condotta sui due anni di sviluppo del Progetto, ha inteso ampliare la platea a tutte le classi quarte e quinte delle scuole coinvolte. Molto positivo si è rivelato il contatto tra matematica e mondo del lavoro, che ha fatto scoprire una matematica diversa, più vicina e aderente alla realtà quotidiana.

Emilia Romagna: L'Ufficio Scolastico Regionale per l'Emilia Romagna ha costituito un apposito gruppo di lavoro con l'intento di tracciare linee comuni di azione in tema di orientamento. Il piano predisposto ha rafforzato e modellizzato gli interventi relativi all'orientamento scolastico già in atto, ma ha anche prefigurato nuove linee progettuali rispetto a cinque aree ritenute prioritarie.

L'impatto è stato molto positivo e da ogni parte c'è una richiesta generalizzata di reiterazione del Progetto e di ampliamento della rete di scuole da coinvolgere

Lazio: Tra gli indicatori qualitativi dell'interesse suscitato dal Progetto, l'Ufficio Scolastico del Lazio annovera la partecipazione volontaria e informale di numerosi docenti anche di discipline dell'asse umanistico, storico, filosofico in termini molto consistenti di tempi e competenze. Essi hanno collaborato al Progetto, mettendo a disposizione, disinteressatamente, tempi, competenze ed esperienza.

Altro aspetto rilevante è l'apprezzamento del Progetto in quanto «modello di didattica di laboratorio». Per laboratorio si è intesa «una officina di metodo, di analisi-sistematizzazione-reinvenzione delle conoscenze e una modalità operativa di didattica strutturata nello spirito di uno studio-ricerca-applicazione». I percorsi di formazione dei docenti si sono svolti «in modo del tutto irrituale» attraverso una configurazione unitaria delle due azioni: orientamento preuniversitario degli studenti e coprogettazione dei percorsi didattici insieme con i professori universitari.

«Il modello laboratoriale ha avuto successo, tanto da meritare una estensione ad altre discipline, se – come emerge dalle considerazioni dei docenti partecipanti – ha comportato miglioramenti significativi dei livelli di competenze e la riduzione degli abbandoni.

Vi sono dunque ragioni valide per sostenere l'esigenza – pressantemente manifestata anche da altre scuole oltre a quelle che hanno partecipato alle attività di questo biennio – di un proseguimento del Progetto e di un allargamento della base di istituzioni coinvolte».

Liguria: La partecipazione delle scuole, sia Licei, sia Istituti Tecnici, è stata molto attiva. I gruppi di scuole partecipanti hanno rafforzato reti già esistenti attraverso una didattica di tipo verticale. Molto alto anche l'interesse dei docenti. Il PLS si è calato in una realtà, quella ligure, già caratterizzata da progetti interistituzionali che mirano a promuovere strategie condivise per il miglioramento della cultura scientifica.

Lombardia: «La partecipazione delle scuole ha in linea generale superato le aspettative. I questionari di autovalutazione compilati dagli insegnanti e dagli studenti a seguito della partecipazione alle varie attività esprimono piena soddisfazione, in particolare in termini di motivazione degli studenti, di rinnovamento delle conoscenze dei docenti, di miglioramento delle competenze, di familiarizzazione con la logica della ricerca sperimentale e auspicano una estensione ulteriore delle proposte progettuali».

Il Tavolo Regionale concorda sull'opportunità di coinvolgere nel PLS anche i docenti del biennio e di affinare il modello, puntando sui «gruppi cooperativi di ricerca» come modalità innovativa di formazione in servizio dei docenti e come soluzione per costruire e diffondere innovazioni metodologiche nelle scuole. Si rende, perciò, necessario dare un senso di lungo periodo al PLS che permetta di

Il PLS si è calato in una realtà, quella ligure, già caratterizzata da progetti interistituzionali che mirano a promuovere strategie condivise per il miglioramento della cultura scientifica

realizzare altri laboratori, materiali didattici, *learning objects* che possano diventare strumenti per l'apprendimento sia per i docenti sia per gli studenti».

Marche: Le attività formative hanno in generale incontrato le necessità formative di insegnanti e studenti, anche grazie all'uso dei laboratori itineranti presso le diverse scuole coinvolte. I laboratori hanno contribuito a creare una fattiva ed efficace collaborazione tra Scuola e Università, in sinergia con le iniziative poste in essere dal piano ISS. Diverse scuole coinvolte nel PLS sono anche presidi dei progetti ISS e/o M@t.abel della Direzione Generale per il Personale della Scuola.

Piemonte: Senz'altro un elemento importante di valutazione appare quello dell'incremento rilevante per tutte le discipline della richiesta di partecipazione al secondo anno del Progetto e poi quello di proseguire ampliando il numero delle scuole coinvolte. Infatti dai monitoraggi effettuati e che hanno coinvolto docenti e studenti emergono queste valutazioni:

- «efficacia degli interventi dei docenti dell'Università;
- accessibilità dei contenuti per gli studenti, perché attuali e vicini alla realtà quotidiana, buon coinvolgimento degli esercitatori/dottorandi che hanno saputo instaurare un ottimo rapporto con gli studenti entusiasmandoli;
- potenziamento dell'aspetto sperimentale delle attività».

Puglia: «Tra i docenti della Scuola e i professori universitari si è stabilito un rapporto di collaborazione finalizzato al miglioramento e all'ampliamento della didattica delle discipline scientifiche con attività sperimentali. In alcuni casi è stato possibile far rivivere laboratori relativamente attrezzati ed efficienti di scuole superiori abbandonati da tempo. Anche i docenti universitari hanno approfondito il rapporto con il mondo della Scuola conoscendo una realtà ben diversa dal passato e ancora presente nella loro mente. Entusiasmo e gradimento hanno manifestato anche gli studenti».

Sardegna: Sono giudicati «interessanti, non solo sotto il profilo organizzativo ma per l'effetto moltiplicatore che hanno avuto in termini di ricaduta delle attività di laboratorio in classe, i suggerimenti dei referenti di chimica delle Scuole superiori di Sassari». È stata verificata «la possibilità di ripetere in classe le esperienze di laboratorio da loro sperimentate all'Università nei laboratori scolastici sulla base dell'esigenza di approfondire alcuni argomenti del programma di ciascun insegnante».

Sicilia: «Tutte le componenti della Scuola, dirigenti, docenti, studenti, hanno valutato positivamente l'azione condotta dal Progetto «Lauree Scientifiche», perché esso ha rappresentato una opportunità reale di rinnovamento della di-

dattica, del modo di fare scuola, di avvicinarsi ai problemi in modo concreto e non solo teorico».

«La rete territoriale, in generale, ha funzionato abbastanza, anche se non si nascondono evidenti difficoltà organizzative e di coordinamento legate ai limiti di tempo contrattuale dei docenti, alle modeste risorse finanziarie, alla complessità del coordinamento delle attività. La rete di scuole è stata estesa fuori dalle province di titolarità del progetto (Ragusa, Caltanissetta, Trapani), coinvolgendo anche scuole che non hanno potuto godere di alcun finanziamento e che hanno partecipato a proprie spese».

«I docenti referenti delle scuole coinvolte hanno costituito punto di riferimento all'interno delle loro istituzioni scolastiche per la diffusione della formazione ricevuta e delle esperienze realizzate con gli studenti, agendo a cascata sugli altri colleghi della stessa disciplina».

Toscana: «La qualità della partecipazione delle scuole coinvolte è stata complessivamente buona grazie alla collaborazione tecnica tra operatori della Scuola e Università, al modello di formazione improntato sulla metodologia della ricerca-azione, alla ricaduta del Progetto sulla realtà territoriale. La maggior parte dei docenti ha partecipato attivamente al Progetto, prendendo parte anche alle attività aggiuntive proposte alle quali hanno aderito su base volontaria.

La risposta delle scuole alle attività di orientamento è stata molto alta ed entusiasta, sia per il numero di istituti partecipanti sia di classi e di studenti».

«L'esperienza maturata nel Progetto 'Lauree Scientifiche' **ha permesso di rendere sistematiche le attività di orientamento verso l'Università**».

Veneto: L'azione sviluppata con il Progetto «Lauree Scientifiche» ha assunto nel territorio veneto «natura pervasiva e dimensioni di vero e proprio piano strutturale» di orientamento.

La rete delle scuole polo (n. 58) è risultata composta da «una costellazione di piccole reti territoriali». Il coordinamento dell'USR non ha soffocato il protagonismo delle scuole, anzi ha spinto per la valorizzazione delle professionalità docenti disseminate sul territorio.

L'intervento strutturale ha prodotto l'integrazione fra la dimensione curricolare e quella progettuale.

I PUNTI DI FORZA E LE CRITICITÀ DEL PROGETTO «LAUREE SCIENTIFICHE»

La lettura e l'analisi delle relazioni finali degli Uffici Scolastici Regionali ci conforta circa il buon esito della sperimentazione, pur con le criticità e debolezze organizzative dimostrate e che vanno tenute in conto soprattutto nel caso di una riedizione del Progetto.

La lettura e l'analisi delle relazioni finali degli Uffici Scolastici Regionali ci conforta circa il buon esito della sperimentazione, pur con le criticità e debolezze organizzative dimostrate

Un obiettivo raggiunto è la consapevolezza che l'orientamento verso l'Università e la scelta del Corso di Laurea sono strettamente collegati all'Istruzione e alle Scuole e che è necessario far entrare nella pratica dell'orientamento, a livello di sistema, tutti gli elementi positivamente sperimentati.

Ma non vanno sottovalutati o ignorati alcuni «punti di criticità».

Tra i punti di criticità su cui il Comitato Scientifico Nazionale dovrà riflettere e apportare correttivi mirati per una più efficace prosecuzione del progetto, citiamo i seguenti.

1. Modalità di assegnazione e gestione delle risorse finanziarie assegnate dal MPI.

La diversificazione e la frammentazione delle fonti di finanziamento spesso hanno creato delle difficoltà a livello territoriale. Pur provenendo da più fonti, è necessario che si trovi il modo per una gestione unitaria delle risorse che sia funzionale all'efficacia delle azioni, senza per questo rinunciare alla trasparenza circa il loro utilizzo e alla necessità di monitoraggio delle stesse. La condivisione degli obiettivi, delle procedure, delle azioni, delle risorse professionali e finanziarie deve diventare la «strategia» e il «modello» di realizzazione a tutti i livelli.

2. Partecipazione delle scuole.

Vanno senz'altro rafforzate e sostenute quelle realtà territoriali ove, per difficoltà afferenti a varie motivazioni, si è avuta una scarsa adesione delle scuole alle iniziative proposte. È necessario, in questi casi, analizzare approfonditamente le specifiche situazioni, in modo da evidenziare le disfunzioni e le difficoltà che hanno messo in crisi il Progetto e la sua realizzazione. Fondamentale sarà verificare come ha funzionato il Tavolo territoriale, la collaborazione tra i Soggetti, la realizzazione operativa del Progetto con le modalità di coinvolgimento e di formazione dei docenti.

3. Collaborazione con Confindustria.

Abbastanza diversificata è stata la collaborazione di Confindustria. Accanto a Regioni ove la collaborazione è stata felice e ha prodotto modelli significativi di cooperazione, come nel Veneto, Marche e Campania, ve ne sono altre in cui tale collaborazione è stata contrassegnata da difficoltà. Il Progetto «Lauree Scientifiche» è nato dal lavoro congiunto di tre soggetti, la Scuola, l'Università e l'Impresa, che hanno avvertito la necessità di una collaborazione operativa più ampia, da realizzare attraverso la condivisione di obiettivi, di azioni, di modelli di formazione, di risorse e di strumenti. Il lavoro congiunto di questi due anni ha offerto la conferma che la sinergia e la concertazione sono il presupposto irrinunciabile per una migliore comunicazione e conoscenza dei rispettivi mondi e per creare quel ponte tra il mondo della Scuola e il mondo del Lavoro, che consenta ai giovani di avvicinarsi all'impresa anche attraverso esperienze di stage e di comprenderne le

È necessario che si trovi il modo per una gestione unitaria delle risorse che sia funzionale all'efficacia delle azioni, senza per questo rinunciare alla trasparenza circa il loro utilizzo e alla necessità di monitoraggio delle stesse

regole di funzionamento e ai docenti di sgombrare il campo da tutta una serie di informazioni e convinzioni errate relative all'impresa, al lavoro e all'occupazione. Sulla base dei dati forniti dagli Uffici Scolastici Regionali, si potrà avviare, anche in questo caso, una seria riflessione per migliorare la collaborazione con questo importante partner.

I «PUNTI DI FORZA»

1. Innanzitutto, la **collaborazione sistematica** e il lavoro congiunto, sia di progettazione sia di realizzazione, **fra Università e Scuole**, fra docenti delle scuole e professori universitari sulla base di comuni obiettivi per la messa a punto dei contenuti. Lo sviluppo e la conduzione dei «laboratori per studenti» hanno costituito un modello e contemporaneamente uno strumento di crescita per entrambe le istituzioni.
2. Il ruolo di soggetti attivi e partecipi da parte delle **Scuole**, che si è concretizzato sin dall'avvio attraverso la progettazione congiunta, la selezione dei contenuti e la pratica operativa.
3. La realizzazione e la pratica dei **laboratori**, intesi non solo come spazi fisici attrezzati per le discipline scientifiche, ma anche come luoghi in cui gli studenti affrontano e sperimentano temi scientificamente rilevanti attraverso un approccio che privilegia la loro partecipazione attiva e significativa, che ha inizio con la progettazione e la valutazione congiunta di docenti delle Scuole e docenti dell'Università. Il laboratorio si è rivelato anche un ottimo strumento di ri-motivazione all'apprendere per gli studenti, oltre che una efficace modalità di formazione/ricerca per i docenti. Opportunamente rivisitati, alla luce dell'esperienza di due anni di sperimentazione, essi possono offrire opportunità concrete anche per la valorizzazione dei talenti e la promozione delle eccellenze.
4. L'approccio nei laboratori improntato alla chiarezza e alla semplicità di presentazione unitamente alla **scelta dei contenuti che privilegia situazioni ordinarie** tratte dalla realtà di tutti i giorni.
5. La **formazione dei docenti** sviluppata e realizzata attraverso la pratica del laboratorio e della ricerca in situazione e approfondita e completata con seminari specifici e corsi di perfezionamento e master. L'approccio, rivelatosi efficace, è quello della **ricerca attraverso l'azione e la riflessione successiva**. Tale pratica dimostra che le scuole possono diventare laboratori di sviluppo professionale per i docenti e, contemporaneamente, aree di lavoro per potenziare e sviluppare le competenze degli studenti.
6. L'attivazione in molte realtà di una **comunità di docenti esperti**, che possono diventare una «task force» per la formazione a cascata di altri docenti del territorio, oltre che agenti del raccordo progettuale e operativo tra Scuole e Università.

Il laboratorio si è rivelato anche un ottimo strumento di ri-motivazione all'apprendere per gli studenti, oltre che una efficace modalità di formazione/ricerca per i docenti

7. La realizzazione di «prodotti e materiali innovativi» per l'insegnamento scientifico, disseminabili e fruibili da altre scuole e docenti, oltre che materiale di documentazione e di riflessione utile alla progettazione di ulteriori azioni, specie nelle realtà più deboli, attraverso minimostre e laboratori.
8. La diffusione e la pratica di un **approccio attivo e consapevole all'orientamento**, basato essenzialmente sulla didattica laboratoriale per gli studenti, sulla formazione dei docenti attraverso la ricerca-azione, sul superamento dell'orientamento solo informativo alla scelta.
9. Il **gradimento** che hanno mostrato docenti e studenti coinvolti nelle attività e il **rinforzo di motivazione** che esse hanno prodotto negli studenti, insieme con una nuova visione delle scienze, del loro insegnamento e della loro utilità.
10. La riflessione avviata intorno al problema delle **competenze di base**, dei contenuti essenziali, dell'**autovalutazione** da parte degli studenti, di certificazione delle competenze, di verifica delle abilità degli studenti, su cui sarà opportuno ritornare e approfondire. Coerentemente con gli obiettivi della Legge n. 1/2007, art. 2, si potrebbe, nel prossimo futuro, procedere alla sperimentazione e messa a punto del sistema di conoscenze e competenze dei nostri studenti in uscita dagli Istituti secondari di 2° grado e contemporaneamente alla sperimentazione di test unitari di accesso all'Università.
11. La collaborazione con **Confindustria**, che si è concretizzata a livello territoriale con la partecipazione attiva ai singoli progetti di numerose aziende.

Sulla base di tali risultanze e del significativo incremento dei tassi di immatricolazione all'Università per tutte le discipline implicate nella sperimentazione, sembra auspicabile una prosecuzione del Progetto «Lauree Scientifiche», pur con alcune correzioni, che tengano conto della necessità di inserire correttivi per i punti di criticità sopra evidenziati, oltre a prevedere un ampliamento della base già coinvolta.

Ciò che riteniamo di vitale importanza quando si parla di formazione, sia essa iniziale sia in servizio, è la non sporadicità degli interventi.

Il modello di formazione sperimentato e la pratica della didattica laboratoriale, perché diventino patrimonio della Scuola, richiedono che tali elementi, al termine di una sostenuta e vigilata sperimentazione, possano diventare sistema ed entrare nell'ordinarietà attraverso azioni di formazione, sostegno e tutoraggio di tutti gli operatori coinvolti.

Rispetto all'orientamento formativo, il Progetto «Lauree Scientifiche» ha sperimentato azioni e modalità certamente innovative e coraggiose, che, tuttavia, si sono dimostrate vincenti.

Come l'esperienza ci insegna, non basta una buona sperimentazione per rendere «prassi consolidata» il cambiamento appena avviato. Concordiamo, infatti, con quanto scrive il **Gruppo di Lavoro per lo sviluppo della cultura**

Sembra auspicabile una prosecuzione del Progetto «Lauree Scientifiche», pur con alcune correzioni, che tengano conto della necessità di inserire correttivi per i punti di criticità sopra evidenziati

Scientifica e Tecnologica che nel documento del maggio 2007, a proposito di questo progetto, afferma:

Ci vorranno altri cicli di applicazione del Progetto per valutarne la reale efficacia e, soprattutto, per selezionare le migliori pratiche da mettere a sistema, al fine di rendere matura e consapevole la scelta universitaria degli studenti e minimizzare quelle difficoltà di passaggio dalla Scuola all'Università che sono alla base degli abbandoni.

Concludiamo auspicando che il Progetto «Lauree Scientifiche» prosegua il suo percorso e che possa crescere anche la collaborazione tra Scuola, Università e Impresa, a beneficio dei nostri studenti.

Ci vorranno
altri cicli
di applicazione
del Progetto
per valutarne
la reale
efficacia
e, soprattutto,
per selezionare
le migliori
pratiche
da mettere
a sistema

ANALISI DI CASO. MODELLO DI SPERIMENTAZIONE PER COMPETENZE: LA SPERIMENTAZIONE NEL LAZIO

Il Progetto «Lauree Scientifiche» ha visto la realizzazione di varie azioni; tra queste particolare rilevanza ha assunto l'azione di «Orientamento (preuniversitario degli studenti) e Formazione degli Insegnanti».

Per molti anni l'orientamento pre-universitario, pur presentando lodevoli iniziative, è stato essenzialmente informativo e la formazione in servizio degli insegnanti «ridotta» ad approfondimenti disciplinari spesso impartiti tramite lezioni frontali, mentre è necessario pensare a una *didattica dell'orientamento*, ossia ripensare alle modalità della didattica per rendere comunque stimolante lo studio delle discipline scientifiche (chimica, fisica, matematica).

L'azione «Orientamento e Formazione» ha quindi cercato di dare risposta alla richiesta di una specifica didattica dell'orientamento che, nella realizzazione, ha tenuto conto:

1. dell'aspetto formativo delle discipline scientifiche e delle competenze¹ a esse connesse;
2. delle difficoltà che gli studenti incontrano nell'affrontare lo studio di tali discipline;
3. dei bisogni degli insegnanti in termini di formazione in servizio.

Per quanto riguarda i **primi due punti** è necessario soffermarsi sulle seguenti considerazioni.

1. «Le competenze sono definite [...] alla stregua di una combinazione di conoscenze, abilità appropriate al contesto» (G.U.U.E. L394 del 30/12/2006: Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente).

di
Livia Mascitelli,
Filomena Rocca
e Ida Spagnuolo
Docenti
del Gruppo
di Lavoro nazionale
per la realizzazione
del Progetto
«Lauree
Scientifiche»
rispettivamente
per le discipline
Chimica, Fisica,
Matematica

- L'attività scientifica si sviluppa e cammina in più direzioni: nell'esaminare qualitativamente e quantitativamente la complessa realtà esterna partendo dall'analisi di fenomeni/situazioni *semplici*; nel simboleggiare, nel formalizzare, nel costruire linguaggi, strumenti di calcolo, ... direzioni che confluiscono nella formazione del pensiero e nella crescita dell'intelligenza dei giovani.
- Nel ciclo secondario lo studio delle discipline deve contribuire a sistemare le conoscenze costruite e maturate negli anni dell'obbligo in una struttura concettuale sufficientemente organica e rigorosa; introdurre una prospettiva storica di sviluppo delle idee; fornire elementi di contemporaneità per comprendere, interpretare, utilizzare i risultati scientifici.
- Le competenze attivate nel processo di apprendimento delle discipline scientifiche devono necessariamente far riferimento allo sviluppo di facoltà sia intuitive sia logiche, al saper affrontare procedimenti euristici ma anche processi di astrazione e di formazione dei concetti.

Queste competenze, se attivate, dovrebbero «annullare» le attuali difficoltà incontrate dagli studenti in quanto determinano, tra l'altro, sintesi e precisione nel linguaggio, correttezza nella coerenza argomentativa, rinforzano l'intuizione, l'inventiva, la capacità di individuare e trasferire strutture in contesti noti o nuovi.

- La metodologia deve pertanto valorizzare la partecipazione attiva degli alunni anche attraverso la discussione condivisa e il lavoro di gruppo, ponendo attenzione all'ulteriore sviluppo e rafforzamento di competenze e atteggiamenti in continuità con i cicli precedenti e proponendo un'attività di *laboratorio* incentrata su *esperimenti/situazioni* emblematici e significativi.
- La proposta di laboratorio ha significato ruolo e modalità nuova per l'apprendimento: ha il ruolo di scelta di operatività manuale e concettuale, concreta e intellettuale per il ruolo attivo del singolo. Comporta momenti di coinvolgimento personale operativo, di esplorazione di idee e realtà, di verifiche di ipotesi, di impiego e confronto di interpretazioni.

Il **terzo punto** deve tener conto dei primi due.

Infatti ai docenti in servizio non interessano, perché ritenute giustamente inutili, attività tradizionali di aggiornamento ma, per quanto sopra esposto, un'attività di ricerca-azione che in questo processo assume un ruolo fondamentale. Nel termine ricerca-azione si ricomprende una pratica della ricerca che prevede che tutte le attività svolte in un dato contesto siano pianificate, eseguite, rivisitate, valutate, ri-progettate all'interno di gruppi di lavoro i cui componenti agiscono le proprie competenze coscienti di partecipare a un processo che prevede un costante interscambio tra ruoli di docente e discente, conduttore e osservatore.

La ricerca si conferma essere lo strumento più efficace per il coinvolgimento dell'insegnante nella propria formazione e per una formazione integrata con

Ai docenti
in servizio non
interessano
attività
tradizionali di
aggiornamento
ma un'attività
di ricerca-
azione
che in questo
processo
assume
un ruolo
fondamentale

l'impegno **didattico**. La *professione docente* deve essere strettamente connessa alla pratica di insegnamento e alla ricerca didattica che intorno a essa si deve sviluppare anche con la collaborazione di professionisti della ricerca educativa e didattica.

La pratica della ricerca-azione implica le necessità di documentare e comunicare i percorsi; conseguentemente, diviene fondante che i docenti non rimangano isolati all'interno della Scuola, ma che partecipino al circuito della ricerca scientifica e della produzione culturale; occorre perciò estendere e rendere sistematico il rapporto collaborativo con l'Università, i centri di ricerca, l'industria e le professioni; la collaborazione anche attraverso la partecipazione a **reti di Scuole** è il modo in cui queste istituzioni possono contribuire alla crescita professionale dei docenti; offrire alle Scuole l'opportunità di accedere ad ambienti e strutture di alto livello, nelle quali gli allievi possano avere una idea realistica della ricerca, della sperimentazione scientifica e tecnologica e del loro futuro occupazionale.

La realizzazione del Progetto «Lauree Scientifiche» per l'*Orientamento e Formazione* aveva tra gli obiettivi generali quelli di:

- offrire agli studenti opportunità di svolgere attività formative coinvolgenti;
- proporre ai docenti della Scuola secondaria opportunità di collaborazione nella progettazione, realizzazione e valutazione delle attività;
- produrre materiali per una didattica efficace delle discipline scientifiche. Questo obiettivo è stato una «sfida»! Infatti, ha inteso modificare il rapporto che i nostri studenti hanno nei confronti delle discipline scientifiche sostanziando che tale trasformazione deve passare attraverso una riqualificazione professionale dei docenti. Questo **cambiamento** è fondamentale e prioritario rispetto a qualsiasi forma di «reclutamento» universitario!

L'esperienza ormai biennale dell'attivazione di *laboratori* ci ha dato ragione. Il laboratorio come il luogo in cui i docenti progettano insieme delle attività e in cui gli studenti sono poi coinvolti in prima persona e in varie fasi: osservare, porsi problemi, provare a risolverli... anche lavorando con le mani!

Il laboratorio interpretato, quindi, come uno spazio, non solo fisico, nel quale è possibile costruire abilità e capacità di ragionamento che permettono di sviluppare un pensiero critico. Il laboratorio, inteso come più di un «luogo attrezzato», ha rappresentato l'area della ricerca-azione del gruppo.

Lavorare insieme ha significato condividere esperienze, talvolta già consolidate, apprendere dall'ambito universitario le recenti ricerche in didattica ma anche offrire all'Università un vasto panorama di esperienze frutto della realtà scolastica in cui i docenti operano tutti i giorni ma spesso in forma isolata. Riteniamo pertanto che gli aspetti più importanti di questa parte del Progetto, oltre alla condivisione di obiettivi e strategie siano stati quelli di:

Il laboratorio, inteso come più di un «luogo attrezzato», ha rappresentato l'area della ricerca-azione del gruppo

- aver messo in relazione paritaria la Scuola di II grado e l'Università producendo l'ampio coinvolgimento degli studenti: tutti gli attori del PLS si sono sentiti di volta in volta posti al centro delle attività e ascoltati nelle loro reali esigenze piuttosto che «pensati» nei loro bisogni;
- aver promosso Gruppi di Lavoro che hanno dato vita a una reale ricerca didattica dalla quale si possono trarre suggerimenti utili per un efficace insegnamento delle discipline coinvolte nel Progetto;
- aver fatto emergere – attraverso la diffusione (trasmissione?) costante, tra tutti i *Gruppi al lavoro*, delle modalità con cui a livello territoriale erano coniugate le linee guida nazionali dell'Azione «Orientamento e Formazione» nelle diverse Aree tematiche oggetto del PLS – il valore della «comunicazione», sia per dare attuazione alle pratiche di valutazione sia per rendere le attività che si andavano svolgendo permeabili ai contributi di altre competenze.

L'Azione «Orientamento degli studenti e Formazione degli Insegnanti» ha coinvolto un ampio numero di Istituzioni scolastiche e Università che, tenendo presente le linee guida nazionali, si sono poi coordinate a livello territoriale. Ai fini della formazione in servizio, è evidente che la fase importante è la diffusione delle esperienze maturate. Offrire un panorama di «buone pratiche» – genericamente intese come quelle attività idonee a far acquisire le competenze attese per gli studenti in relazione allo specifico ordine scolastico frequentato – era auspicato potesse rappresentare un riferimento per rivisitare la didattica delle discipline scientifiche.

Rendere disponibili, quando validate, il congruo numero di attività che si stavano realizzando in ambito chimico, fisico, matematico, provenienti da tutte le realtà territoriali e tipologie di Istituti con le quali potersi confrontare per:

- trarre stimolo e suggerimenti atti alla ri-proposizione all'interno del proprio «fare scuola»;
- farle diventare oggetto di studio applicativo per apportarvi cambiamenti o anche sostanziali modifiche, provvedendo poi a mettere in comune le risultanze del lavoro come trasformato;
- conoscere modalità, alternative alle proprie, di soluzione di problematiche ricorrenti;
- lasciarsi coinvolgere dai lavori presentati per contribuire attivamente al loro aggiornamento, prospettarne nuovi;
- supportare nella trasformazione del proprio modo di essere docenti non più costruito in base agli obiettivi di conoscenza bensì fondato sulle competenze, non solo di tipo disciplinare ma anche trasversali.

L'Assolombarda insieme al Polo Qualità e a Enti Istituzionali territoriali della Lombardia assunsero l'impegno di sviluppare, quale Azione Trasversale del

Offrire un panorama di «buone pratiche» era auspicato potesse rappresentare un riferimento per rivisitare la didattica delle discipline scientifiche

PLS, una modalità di formazione guidata per i docenti, fruibile *on-line*, che li sostenesse nella costruzione della propria progettazione didattica attraverso modelli di competenza.

Nel mese di marzo del 2006 proposero al Gruppo di Lavoro Nazionale del PLS il seguente **Modello per Competenze** – già messo a punto nell'ambito del progetto «*Scuole, università, imprese, per lo sviluppo delle competenze strategiche per il successo formativo e professionale*» – sul quale il Gruppo proponente aveva cominciato a lavorare sperimentandolo, per ciascuna delle discipline oggetto di studio, per una attività tra quelle che si stavano realizzando in Lombardia ritenute rappresentative della chimica, della fisica, della matematica.

COMPETENZE	Prestazioni-tipo che descrivono le competenze
1. Definire obiettivi e risultati attesi	1. Riconosce e assume le specifiche del compito assegnato
	2. Assume gli obiettivi e li definisce in termini di risultati attesi
	3. Sceglie gli obiettivi e li declina in termini di risultati intermedi e finali
2. Programmare e pianificare le attività	1. Delinea lo sviluppo generale delle attività da realizzare scegliendo tra le diverse opzioni possibili le modalità operative/le metodologie di lavoro
	2. Definisce in dettaglio e ordina le attività necessarie per eseguire il compito assegnato/conseguire l'obiettivo
	3. Pianifica l'utilizzo delle risorse a disposizione (informazioni, materiali, strumenti, risorse umane, tempi) per eseguire il compito assegnato/conseguire l'obiettivo
3. Attuare	1. Esegue il compito assegnato quando programmato
	2. Esegue il compito curandone la connessione con le altre attività del processo di lavoro
	3. Esegue il compito curandone l'integrazione con altri processi di lavoro o con l'attività di altre funzioni aziendali
4. Controllare	1. Verifica la rispondenza dei risultati prodotti alle specifiche; verifica che il processo presenti le caratteristiche previste, monitorando gli aspetti di maggior criticità; verifica la funzionalità delle risorse a disposizione
	2. Rileva la presenza di anomalie ed esegue le operazioni necessarie per riportare il processo in conformità
	3. Riconosce la necessità di modificare le istruzioni/i piani di lavoro o le modalità di applicazione; rileva gli elementi di criticità della programmazione che potrebbero compromettere il raggiungimento del risultato

segue

COMPETENZE	Prestazioni-tipo che descrivono le competenze
5 Gestire le informazioni	1. Identifica, rintraccia, acquisisce, registra e conserva le informazioni necessarie in funzione degli obiettivi, delle esigenze operative, delle prescrizioni
	2. Ordina, seleziona, combina, integra, elabora e utilizza le informazioni in funzione delle necessità del proprio lavoro
	3. Trasferisce le informazioni in modo funzionale all'attività e adeguato a diversi interlocutori; trasferisce le conoscenze professionali in proprio possesso
6. Gestire le risorse di produzione	1. Acquisisce e utilizza le risorse (umane, strumentali, finanziarie) necessarie
	2. Utilizza le potenzialità delle risorse a disposizione in funzione dei risultati da produrre
	3. Sviluppa le risorse (implementazione degli strumenti, qualificazione delle risorse umane) per migliorare la funzionalità del processo di produzione o la qualità dei risultati
7. Gestire le relazioni	1. Gestisce i propri rapporti di lavoro; opera in modo collaborativo all'interno di un team o di un reparto
	2. Attiva relazioni professionali funzionali al proprio lavoro
	3. Favorisce lo sviluppo di relazioni professionali sul lavoro esercitando le proprie doti di leadership
8. Gestire se stessi	1. Assume il comportamento richiesto dal compito
	2. Adatta i propri comportamenti in funzione delle caratteristiche della situazione operativa, anche quando si verificano eventi imprevisti o sia necessaria una negoziazione
	3. Assume compiti non strettamente necessari allo svolgimento del proprio lavoro quando rappresentano un'opportunità di sviluppo professionale o aziendale
9. Risolvere problemi	1. Riconosce la presenza di un problema imprevisto, ne identifica le cause e ne prevede le conseguenze
	2. Sviluppa idee/proposte per contenere/risolvere il problema e prevede i possibili effetti delle diverse soluzioni
	3. Deriva da un'adeguata gestione del problema indicazioni e metodologie di lavoro che facilitino il trattamento di eventuali diversi imprevisti

Tale Modello per Competenze creò qualche perplessità considerato che pareva più mutuato per una situazione lavorativa che per l'ambiente scolastico

Tale Modello per Competenze creò qualche perplessità considerato che pareva più mutuato per una situazione lavorativa che per l'ambiente scolastico. Se, per esempio, *Programmare e pianificare le attività* è una competenza che potrebbe adattarsi alla elaborazione di un algoritmo o di una strategia risolutiva, la competenza di *eseguire un compito curandone l'integrazione con altri processi di lavoro o con l'attività di altre funzioni aziendali* appare completamente estranea, così come le *doti di leadership*, o la competenza di *utilizzare le risorse umane strumentali finanziarie necessarie*, ecc.

Inoltre si riteneva che proporre una singola attività come modello per la progettazione per competenze potesse in qualche modo essere limitativo della pluralità di modalità di pianificazione didattica che più proposte avrebbero fornito ai futuri docenti fruitori della formazione *on-line*.

Per studiare se il modello presentato era in grado di soddisfare le esigenze della formazione dell'istruzione nacque la proposta di sperimentare l'applicazione di questo modello ad alcune attività progettate e realizzate, nell'ambito del PLS, in altro territorio.

Pertanto il Gruppo di Lavoro Nazionale del PLS decise di affidare alle docenti autrici di questo articolo il coordinamento della sperimentazione di detto Modello per Competenze in collaborazione con i rispettivi Responsabili delle Università del Lazio. In tale sede fu deciso altresì che la sperimentazione coinvolgesse almeno tre laboratori, per ciascuna disciplina, tra quelli proposti e realizzati nell'ambito dell'Azione «*Orientamento e Formazione*», nel Lazio.

Inizialmente si è quindi reso necessario entrare in relazione istituzionale con i Responsabili delle Università del Lazio coinvolti nei progetti di Fisica, Matematica e Chimica.

Il lavoro si è sviluppato, nel periodo aprile-giugno 2006, separatamente per le tre discipline, secondo fasi concordate che hanno poi visto il lavoro diversificarsi in base alle specificità delle discipline stesse e dei progetti messi in atto:

- **Prima fase:** riunione con i Coordinatori locali² per illustrare le finalità del lavoro richiesto (utilità per gli insegnanti, possibilità di mettere in rete i materiali,...) e individuazione dei laboratori da riesaminare alla luce del «Modello per Competenze» presentato al Gruppo Nazionale.

La scelta dei laboratori attivati nel Lazio è stata la seguente.

Per la **Chimica**:

1. «Pomeriggi di ricerca» – Prof. Maurizio Gigli – Liceo Classico «Orazio», Roma; Università «Tor Vergata», Roma.
2. «Progettazione di schede di laboratorio, preparazione di kit di analisi, realizzazione» (per docenti) – Prof. Maurizio Gigli – Liceo Classico «Orazio», Roma; Università «Tor Vergata», Roma.

2. Per la Chimica: prof. Maurizio Paci – Università degli Studi di Roma «Tor Vergata»; prof. Emilio Bottari – Università degli Studi di Roma «La Sapienza».

Per la Fisica: prof. Mauro Casalboni – Università degli Studi di Roma «Tor Vergata»; prof. Egidio Longo – Università degli Studi di Roma «La Sapienza»; prof. Mario De Vincenzi – Università degli Studi di Roma «Roma Tre».

Per la Matematica: prof. Franco Ghione – Università degli Studi di Roma «Tor Vergata»; prof. Claudio Bernardi – Università degli Studi di Roma «La Sapienza»; prof. Falcolini – Università degli Studi di Roma «Roma Tre».

Il lavoro si è sviluppato, nel periodo aprile-giugno 2006, separatamente per le tre discipline

3. «Gli studenti si confrontano con le esperienze nei laboratori dell'Università» – Prof.ssa Miriam Proietti – Liceo Classico «G. de Sanctis», Roma; Università «La Sapienza», Roma.

Per la **Fisica**:

1. «**Kit di Fisica Moderna**» – Prof.ssa Angela Fanti – Liceo Scientifico «F. D'Assisi», Roma; Università «Tor Vergata», Roma.
2. «**Laboratorio di oscillazioni**» – Prof.ssa Sandra Amatiste – Liceo Scientifico «Morgagni»; Università «La Sapienza», Roma.
3. «**Progetto Laboratorio di ottica**» – Prof.ssa Orietta Proietti – Liceo Scientifico «Enriques»; Università «Roma Tre», Roma.

Per la **Matematica**:

1. «**Le geometrie della Visione**» – Prof.ssa Laura Catastini – Liceo Classico «Varrone», Rieti; Università «Tor Vergata», Roma.
2. «**Matematica in moto**» – Prof.ssa Elena Possamai – Liceo Scientifico «Farnesina», Roma; Università «La Sapienza», Roma.
3. «**Astromatematica**» – Prof.ssa Giovanna Mayer – Liceo Scientifico «Aristotele», Roma; Università «Roma Tre», Roma.

- **Seconda fase:** individuazione, condivisa per ambiti disciplinari, delle competenze e relativi descrittori.

In questa seconda fase, per la **Fisica** e la **Matematica**, fu deciso di far riesaminare i laboratori scelti dai relativi progettisti/responsabili scientifici, alla luce del Modello per Competenze proposto dal Polo Qualità analizzandone tutte le fasi operative per ricavarne, poi, le relative competenze e ri-progettarli alla luce di esse.

Per la **Chimica**, invece, i Gruppi di Lavoro³ coinvolti hanno valutato utile studiare, a partire dal Modello Tipo proposto, se le prestazioni reali conseguite dai gruppi di attori destinatari del PLS (studenti e docenti) potessero essere generalizzate all'interno dell'attività presa in esame nel suo complesso e se queste a loro volta potessero confluire nell'insieme delle competenze così come proposte.

La prima cosa che è emersa è che le competenze principali che i laboratori hanno tentato di stimolare si legano in modo specifico alle singole discipline, al loro carattere fondante e ai metodi di lavoro di ciascuna.

In particolare:

La prima cosa che è emersa è che le competenze principali che i laboratori hanno tentato di stimolare si legano in modo specifico alle singole discipline

3. Proff.: M. Proietti; E. Bottari; M. Gigli; M. Paci.

- per la **Fisica**, il Gruppo di Lavoro⁴ ha trovato utile formare nuovi raggruppamenti facenti diretto riferimento alle aree d'interesse della disciplina, quali per esempio:

1. interagire con l'ambiente circostante a scopo di conoscenza;
2. usare strumenti per interpretare/modificare il mondo circostante;
3. comunicare;
4. agire consapevolmente nei rapporti con gli altri e con l'ambiente.

Pertanto le **competenze trasversali** che la fisica può contribuire a far acquisire sono:

- saper interagire con l'ambiente a scopo di indagine e conoscenza, e quindi osservare;
- manipolare, utilizzare strumenti di misura, quantificare, raccogliere dati, ma anche individuare le variabili oggetto d'interesse e selezionare le regolarità;
- comunicare in modo tollerante con gli altri componenti della classe per confrontarsi e riconoscere i limiti delle proprie conoscenze.

La tabella competenze/prestazioni fornita dal Polo Qualità subisce, quindi, la seguente integrazione che riguarda i punti 10-11-12-13:

COMPETENZE	Prestazioni-tipo che descrivono le competenze
10. Interagire con l'ambiente circostante a scopo di conoscenza	Interagisce con l'ambiente a scopo di indagine e conoscenza, e quindi osserva
11. Usare strumenti per interpretare/modificare il mondo circostante	Manipola, utilizza strumenti di misura, quantifica, raccoglie dati, ma anche individua le variabili oggetto d'interesse e seleziona le regolarità
12. Comunicare	Comunica in modo tollerante con gli altri componenti della classe per confrontarsi e riconoscere i limiti delle proprie conoscenze
13. Agire consapevolmente nei rapporti con gli altri e con l'ambiente	

Per la **Matematica** il Gruppo di Lavoro⁵ ha ritenuto di dover aggiungere una nuova macroarea di competenze correlata specificatamente alla gestione dei processi speculativi necessari allo svolgimento del compito intellettuale richiesto, dal momento che le competenze attivate si misurano non solo nell'acqui-

Per la
Matematica
il Gruppo
di Lavoro
ha ritenuto
di dover
aggiungere
una nuova
macroarea
di competenze
correlata
specificatamente
alla gestione
dei processi
speculativi
necessari allo
svolgimento del
compito
richiesto

4. Proff.sse: S. Ametiste; A. Fanti; O. Proietti.

5. Proff. L. Catastini; E. Possamai; G. Mayer; F. Ghione.

sizione da parte dello studente di particolari abilità nell'eseguire compiti di pianificazione, di gestione e di risoluzione di problemi, ma anche nel grado di acquisizione di particolari stili cognitivi e nella capacità di usare strategie di pensiero produttive, competenze queste ultime che sono preziose anche per potenziare le prime. La nuova macroarea individua le seguenti competenze:

1. ragionare;
2. inventare;
3. integrare stili cognitivi;
4. collocare storicamente i prodotti scientifici.

Inoltre, poiché il soggetto in gioco è uno studente, il termine «prestazione» è sostituito dal termine «attività» e il termine «compito» integrato con «compito o problema» e sono stati modificati alcuni riferimenti chiaramente legati solo a processi produttivi aziendali cercando di allargarli a situazioni didattiche. La tabella competenze/prestazioni fornita dal Polo Qualità subisce, quindi, le seguenti modifiche:

COMPETENZE	Attività-tipo che descrivono le competenze
1. Ragionare	1. Organizza il proprio pensiero in modo logico e consequenziale
	2. Sviluppa il proprio pensiero attraverso modellizzazioni, argomentazioni e dimostrazioni
	3. Confronta le proprie congetture con altre
2. Inventare	1. Costruisce modelli o «oggetti» nuovi rispondenti a determinate proprietà
	2. Individua nuove relazioni in un insieme di «oggetti»
	3. Individua regolarità e proprietà in contesti diversi e li trasferisce in contesti nuovi
3. Integrare stili cognitivi	1. Sceglie forme logico-verbali corrette per descrivere e modellizzare relazioni esistenti tra fatti, dati e termini
	2. Sceglie forme iconico-immaginative (schemi, tabelle, figure, modelli mentali) per modellizzare relazioni esistenti tra fatti, dati e termini
	3. Mette in relazione corretta e integra produttivamente il modello iconico-immaginativo con la forma logico-verbale
4. Collocare storicamente i prodotti scientifici	1. Ha consapevolezza della dimensione storica di un prodotto scientifico
	2. Confronta i canoni di un prodotto scientifico con quelli di altri ambiti culturali (filosofici, scientifici, letterari)
	3. Coglie i cambi paradigmatici introdotti da un prodotto scientifico

Poiché il soggetto in gioco è uno studente, il termine «prestazione» è sostituito dal termine «attività» e il termine «compito» integrato con «compito o problema»

COMPETENZE	Attività-tipo che descrivono le competenze
5. Definire obiettivi e risultati attesi	1. Riconosce e comprende le specifiche del problema o del compito assegnato
	2. Individua gli obiettivi da raggiungere
	3. Individua strategie idonee alla risoluzione del problema o del compito assegnato
6. Programmare e pianificare le attività	1. Delinea lo sviluppo generale delle attività da realizzare scegliendo tra le diverse opzioni possibili le modalità
	2. Definisce in dettaglio e ordina le attività necessarie per impostare il problema proposto o il compito assegnato e per conseguire l'obiettivo
	3. Pianifica l'utilizzo delle risorse a disposizione (informazioni, materiali, strumenti, conoscenze)
7. Attuare	1. Risolve il problema proposto o esegue il compito assegnato
	2. Risolve il problema proposto o esegue il compito assegnato sapendo individuare la connessione con le altre attività del laboratorio
	3. Risolve il problema proposto o esegue il compito assegnato sapendo individuare le connessioni con altri ambiti disciplinari
8. Controllare	1. Verifica la rispondenza dei risultati trovati alle specifiche del problema; verifica che il metodo seguito presenti le caratteristiche previste individuando e controllando gli aspetti di maggior criticità
	2. Rileva la presenza di anomalie o errori nelle procedure seguite ed esegue le correzioni necessarie
	3. Riconosce la necessità di modificare le impostazioni generali che si erano seguite e rileva gli elementi di criticità della programmazione
	4. Cerca soluzioni più semplici
9. Gestire e acquisire le informazioni	1. Acquisisce e raccoglie le informazioni necessarie attraverso l'ascolto, la consultazione dei testi scritti o in Internet
	2. Ordina, seleziona, combina, integra, elabora e utilizza in modo consapevole le informazioni acquisite e su questa base è in grado di elaborare congetture e nuove ipotesi
	3. Riesce a dare una forma strutturata e logicamente coerente a congetture e nuove ipotesi suggerite dall'attività del Laboratorio
10. Gestire le risorse e gli strumenti disponibili	1. Acquisisce e utilizza le risorse e gli strumenti necessari (tavole, libri, computer, schemi o altro)
	2. Utilizza le potenzialità degli strumenti a disposizione (tavole, libri, computer, schemi o altro) in funzione dei risultati da ottenere
	3. Sviluppa e migliora gli strumenti a disposizione o ne crea di nuovi

COMPETENZE	Attività-tipo che descrivono le competenze
11. Gestire le relazioni	1. Partecipa attivamente sia alle attività collettive sia di gruppo
	2. Attiva relazioni all'interno di un gruppo funzionali al proprio lavoro
	3. Trova all'interno di un gruppo un ruolo adeguato alle sue potenzialità
12. Gestire se stessi	1. Assume il comportamento richiesto dalla situazione; adatta i propri comportamenti in funzione delle caratteristiche della situazione operativa
	2. Assume comportamenti idonei a sviluppare la cooperazione tra gli elementi di un gruppo di lavoro
13. Risolvere problemi	1. Riconosce la presenza di un problema imprevisto, ne identifica le cause e ne prevede le conseguenze
	2. Sviluppa idee/proposte per contenere/risolvere il problema e prevede i possibili effetti delle diverse soluzioni
	3. Deriva da un'adeguata gestione del problema indicazioni e metodologie di lavoro che facilitino il trattamento di eventuali diversi imprevisti

Per la **Chimica** il Gruppo di Lavoro – che ha sperimentato il Modello per Competenze sia per attività svolte per gli studenti sia per i docenti – ha evidenziato, già nella fase di scelta delle attività laboratoriali da «riesaminare», in relazione alla formazione, quanto sia determinante la tipologia dei docenti (con o senza specifica estrazione chimica) così come degli studenti (Licei o Istituti Tecnici) implicati. Tanto da generare, già in fase di pianificazione delle attività:

- l'ideazione di nuove azioni;
- il loro sviluppo in funzione dei bisogni dei fruitori;
- una progettazione differenziata in termini sia di contenuti sia di tempi.

Questo non riesce a emergere dal Modello per Competenze proposto, in quanto ci sono oggettive difficoltà nel rappresentare, in un schema, le competenze formative accese e sviluppate nella fase di progettazione delle attività, ancor più se le si vuole rendere disponibili *on-line*.

Si è potuto, inoltre, constatare che l'attivazione di più competenze trasversali e disciplinari – dovute ad azioni articolate quali lo scegliere, che investe il ricostruire intenzionalmente le proprie cognizioni, cioè conoscerle, organizzarle, selezionare quelle note, provvedere ad acquisire quelle utili... – non è facilmente rilevabile in strutture procedurali così «rigide».

Per quanto attiene alle competenze specifiche, si è riconosciuta l'esigenza di introdurre una ritenuta centrale per le attività: rielaborare. In altri termini, si è ritenuto che la capacità di rielaborare sia l'espressione appropriata a evidenziare

Per quanto attiene alle competenze specifiche, si è riconosciuta l'esigenza di introdurre una ritenuta centrale per le attività: rielaborare

quanto i «*compiti di prestazione*» richiesti dalle altre competenze siano stati acquisiti come propri e, di conseguenza, applicabili in altri contesti disciplinari anche più complessi.

Al termine di queste due fasi, il successivo lavoro si è parzialmente differenziato. Per la **Fisica** e la **Matematica**: i tre progettisti, per ciascuna area disciplinare, hanno condiviso le linee generali e comuni delle attività di laboratorio; successivamente ogni progettista ha *rivisitato* il proprio laboratorio e ha prodotto:

1. una presentazione generale, in termini di «obiettivi disciplinari e formativi», «strumenti utilizzati» e «strategie didattiche»;
2. tre schede per ciascuna lezione di laboratorio, ossia:
 - Scheda «Elenco degli elementi di Laboratorio»;
 - Scheda «Processo di lavoro/prestazione richieste agli studenti»;
 - Scheda «Valenza formativa».

Per la consultazione del lavoro prodotto da ciascun Gruppo di Lavoro si rimanda al sito <http://www.requs.it/formazione/framewebsite.asp>.

Per la **Chimica**: i Gruppi di Lavoro, utilizzando lo stesso Schema Tipo proposto – cercando di assumerne anche il linguaggio –, hanno redatto il Modello per Competenze relativo alla attività studiate. In generale, appare che tali Modelli non sempre possano essere riferimento, in quanto le prestazioni riportate – essendo riduttive della complessità e varietà delle competenze disciplinari e trasversali attivate – piuttosto che stimolare il docente alla riflessione sul «proprio operare» lo pongano a rischio di «compilazione» di Modelli per Competenze indifferenziati per tipologia di attività.

Per la consultazione del lavoro prodotto per il laboratorio «*Gli studenti si confrontano con le esperienze nei laboratori dell'Università*», si rimanda al sito: <http://www.requs.it/formazione/framewebsite.asp>.

A conclusione, le autrici credono opportuno evidenziare che il lavoro di coordinamento svolto ha fatto ulteriormente emergere l'efficacia del raccordo territoriale tra Scuole e Università. Infatti, reputano che il loro compito sia stato facilitato dalla specifica conoscenza, sviluppatasi attraverso esperienze pregresse e anche attuali, quasi tutte a carattere istituzionale, delle realtà scolastiche e universitarie coinvolte nella sperimentazione. Far emergere, attraverso Modelli per Competenze, il nuovo modo di «fare formazione» – dai Gruppi di Lavoro «inconsapevolmente» applicato durante l'anno di attività del PLS – ha implicitamente richiesto che tra i soggetti coinvolti vi fosse il reciproco riconoscimento di specificità metodologiche e disciplinari. Inoltre, il bisogno di strutturare competenze e prestazioni «condivise», dedotte sia dai laboratori proposti agli studenti sia ai docenti, ha permesso la ulteriore diffusione di procedure e risultanze di attività non svolte presso le proprie sedi, rafforzando la convinzione della necessità di un adeguato coordinamento sia tra le Scuole sia tra le Università del territorio.

Far emergere, attraverso Modelli per Competenze, il nuovo modo di «fare formazione» ha implicitamente richiesto che tra i soggetti coinvolti vi fosse il reciproco riconoscimento di specificità metodologiche e disciplinari

LA SCELTA DELL'UNIVERSITÀ: IL PUNTO DI VISTA DEGLI STUDENTI AL MOMENTO DEL PASSAGGIO DALLA SCUOLA SUPERIORE ALL'UNIVERSITÀ, TRA ASPIRAZIONI E SCELTE EFFETTIVE

L'ORIGINE DELL'INDAGINE

Nonostante il nome che si porta dietro dalla nascita, lo studio «Valutazione degli esiti» non è il semplice report della valutazione della riuscita di un progetto, per quanto ampio e complesso come il Progetto «Lauree Scientifiche» (qui di seguito PLS). O, meglio, è anche questo, ma è molto altro, un vero e proprio studio sociologico sul rapporto, non facile e talvolta anche di incomprendimento reciproca, tra studenti delle scuole superiori vicini alla maturità e le cosiddette scienze dure: matematica, fisica, chimica, scienza dei materiali.

La «Valutazione degli esiti» (in seguito Esiti), di cui qui si riportano stralci di una relazione intermedia, è un'indagine di tipo longitudinale, è prevista durare due anni scolastici (2006-07 e 2007-08) eventualmente estendibili e non è ancora terminata. Il campione vasto e distribuito su scala nazionale (più di 8300 studenti, 860 scuole e altrettanti insegnanti referenti) fornisce subito un'idea dell'imponenza e capillarità dell'indagine ed è un buon parametro per ritenere questa prima edizione dell'indagine già pienamente attendibile.

di
Michela
Frontini
e Nice Terzi
Istituto IARD

La
«Valutazione
degli esiti»
è prevista
durare due
anni scolastici
(2006-07
e 2007-08)
eventualmente
estendibili
e non è ancora
terminata

Ma veniamo a come l'indagine «Esiti» si colloca all'interno del PLS. Dato il cospicuo numero di azioni di orientamento attivate in tutta Italia, il PLS prevedeva, come ogni progetto scientifico che si rispetti, di affiancare allo svolgersi del progetto vero e proprio specifiche strategie di monitoraggio *in itinere* e di registrazione *ex post*, al fine di approdare a una completa banca dati, fonte di apposite relazioni sui risultati ottenuti. La cabina di regia ha potuto così seguire in tempo reale ogni iniziativa – come si stava svolgendo, come si completavano reciprocamente le azioni realizzate – e poteva disporre al termine dell'anno scolastico di un repertorio completo di informazioni sui risultati complessivi e sulla soddisfazione di studenti e insegnanti riguardo agli interventi e alla formazione ricevuta. A questa attività di stretta valutazione interna, era previsto se ne affiancasse una completamente esterna, appunto il sottoprogetto Esiti, che aveva il fine di verificare, indipendentemente dal primo, il raggiungimento dell'obiettivo del PLS e quindi l'efficacia complessiva dell'intero progetto. Ciò che l'indagine Esiti si prefiggeva di controllare era se il vasto spettro delle iniziative di orientamento attuate aveva centrato sia l'obiettivo di incrementare le iscrizioni universitarie alle discipline scientifiche dure sia quello altrettanto importante di determinare quanto il PLS si fosse mosso nella direzione giusta per avvicinare la scienza agli studenti, indipendentemente dalle loro future scelte universitarie.

Come si vedrà, le informazioni ottenute permettono di andare ben oltre al dichiarato livello di misura nei fatti dell'incidenza del PLS sulle iscrizioni universitarie, o a quello più importante degli effetti dell'orientamento; hanno consentito infatti di aprire spiragli di lettura nell'immaginario degli studenti delle scuole superiori.

In quanto alla sua struttura, l'indagine Esiti prevede, come appena detto, due fasi temporali distinte. Nella prima fase si interrogano via computer due distinti gruppi di studenti delle ultime due classi delle superiori, quello esposto ai progetti di orientamento del PLS e un gruppo di controllo estraneo alle attività PLS. Nella stessa occasione si chiedono anche agli insegnanti referenti del PLS in ciascuna delle scuole superiori coinvolte, e sempre via computer, alcune informazioni sullo svolgersi dell'indagine; ciò permette di fare un ulteriore controllo e visionare l'indagine da altra prospettiva. Questa prima fase, avvenuta nel passato anno scolastico 2006-07, è terminata e ha portato a un rapporto da cui sono stati estratti i dati contenuti nelle pagine seguenti. La seconda fase è ora in atto: si stanno intervistando sulle loro scelte, universitarie o di lavoro, i ragazzi che hanno superato la maturità nel luglio scorso.

È chiaro che la possibilità di interrogare massicciamente dei ragazzi tra i 16 e i 18 anni è estremamente attraente perché permette di raccogliere la loro opinione su attitudini e dimestichezza con la matematica, la fisica e la chimica (la scienza dei materiali solo in poche sedi), quali per esempio a quale livello le conoscono e quanto le studiano, se trovavano interessanti i temi scientifici, quanto frequentavano i laboratori, se si interessavano alla scienza nelle attività

Le informazioni ottenute hanno consentito infatti di aprire spiragli di lettura nello immaginario degli studenti delle scuole superiori

extrascolastiche, se infine prevedevano di farne una compagna di vita scegliendo di approfondirla negli studi universitari. Il questionario era quindi molto importante; doveva essere non banale ma non troppo lungo per poter essere attendibile in tutti i suoi segmenti, anche nella parte terminale, quella più prossima al raggiungimento della saturazione degli intervistati. Si è quindi fatta molta attenzione anche alla collocazione delle domande e in generale ci si è affidati alla preziosa e competente collaborazione degli insegnanti referenti affinché i questionari venissero compilati con accuratezza dai ragazzi prescelti.

Prima di entrare nello specifico dell'indagine, può essere interessante mostrare come l'indagine PLS si inquadra in un contesto temporale più ampio e non limitato alla sola Italia. Già a metà degli anni Novanta parecchi segnali mostravano che il rapporto tra scienza e società stava decisamente cambiando, con conseguenze non facilmente prevedibili.

Ecco due dei principali fattori critici.

Primo tra tutti, il finanziamento. Il patto sociale tra scienziati e finanziatori della ricerca era giunto alla fine del millennio scorso a un punto di rottura determinato dall'avvicinarsi al numero critico di persone addette alla ricerca: dato il crescente numero di ricercatori, il precedente modello di crescita lineare neutra (tutta la ricerca che propone buoni progetti trova i finanziamenti) doveva essere sostituito da uno di finanziamento finalizzato (si decide a monte quali ambiti della ricerca si vogliono finanziare e quanto). Il mondo della ricerca tutto, ma soprattutto quello degli ambiti ritenuti meno indispensabili, si è così dovuto arrendere alla necessità di uscire dai suoi laboratori e di mettersi, anche se tardivamente, in discussione.

Può essere indicativo notare come nell'ultimo decennio la stessa parola «scienza» abbia decisamente cambiato connotazione. Fino a tutti gli anni Ottanta era sinonimo di fisica e chimica e quindi coincideva con le scienze dure; a partire dalla metà degli anni Novanta, con l'irrompere sulla scena delle scoperte della biologia molecolare, prima, e dell'elettronica, poi, scienza ha preso il significato *in primis* di scienze della vita (medicina, bioscienze e biotecnologie), seguita da scienze dell'informazione. In tutto il mondo occidentale le vecchie regine detronizzate, le scienze dure, stanno ora cercando se non di riacquistare le vecchie prerogative, almeno di non essere dimenticate. In Italia, il PLS sta avendo successo entro l'Università anche perché ha questo risvolto, quello di dimostrare che le scienze dure sono indispensabili, incominciando dai ragazzi delle scuole.

Un secondo fattore è la lenta ma costante diminuzione del tasso di scolarità scientifica universitaria in tutto il mondo occidentale, Italia compresa: sempre meno studenti si iscrivono alle tradizionali discipline scientifiche, quali Fisica, Matematica, Chimica e, ora, anche Scienza dei Materiali; escluse quindi Scienze della Vita, Ingegneria e informatica. In Italia questo disinteresse si è cominciato a manifestare anch'esso a metà degli anni Novanta e, per rendere le cose più complicate da interpretare, a esso si è sovrapposto un fattore di crisi

In tutto il mondo occidentale le vecchie regine detronizzate, le scienze dure, stanno ora cercando se non di riacquistare le vecchie prerogative, almeno di non essere dimenticate

demografico tutto italiano: la diminuzione della popolazione dei diciannovenenni. Quest'ultimo fattore, tuttavia, non ha prodotto una diminuzione delle iscrizioni all'Università *in toto* che, anzi, continuano ad aumentare, sia per l'aumento generale della scolarità sia per la maggior propensione dei maturi a continuare in un cammino di formazione superiore: ora circa il 50% dei diciannovenenni si iscrive all'Università contro il 7% circa degli anni Sessanta. In particolare, nell'ultimo decennio c'è stato un aumento della scolarità universitaria e dei laureati pur contro una diminuzione del numero dei diciannovenenni. Chiaramente, aspirano e giungono a un'alta formazione studenti di origine sociale diversa dal passato. Una vera rivoluzione sociale che, com'è ben noto, ha indotto a forza profondi mutamenti nelle modalità di insegnamento e di contenuti della Scuola italiana in tutti i suoi livelli, dall'obbligo all'Università. In controtendenza, come si è detto, sono i laureati nelle discipline scientifiche dure che, come i diciannovenenni, hanno avuto un consistente calo. Un semplice ragionamento di causa ed effetto potrebbe indurre a questo punto a correlare la diminuzione delle vocazioni scientifiche ai due fattori, e cioè al mutato livello dei contenuti formativi del sistema scolastico e alla diversa origine sociale degli universitari.

Il PLS ha cercato di incidere sul primo attraverso le sue molteplici attività di orientamento degli insegnanti e dei docenti. Con l'indagine «Esiti» si è cercato di investigare il secondo.

Da quanto detto si comprende come Esiti sia stato progettato insieme da scienziati e sociologi, in particolare da docenti dell'Università di Milano «Bicocca». La sua messa a punto ed esecuzione è stata affidata a un istituto di ricerche sociologiche, l'Istituto IARD, che ha una lunga storia di successi nelle indagini che ruotano attorno agli adolescenti e che, per la sua attendibilità e competenza, ha facilità ad accedere ad archivi e database scolastici.

LA VALUTAZIONE DEGLI ESITI

Parte A • Il contesto scolastico

All'interno del PLS, l'indagine Esiti è stata una delle azioni attuate, prima in parallelo e poi a valle delle attività di Orientamento e Formazione degli studenti. All'uopo sono stati somministrati questionari *on-line* a studenti e insegnanti, contattati dopo l'estrazione di un campione di attività laboratoriali secondo quote determinate per disciplina, area territoriale e tipo di Istituto scolastico.

Per valutare gli esiti nella maniera più precisa possibile, e cioè identificando e tenendo sotto controllo vari aspetti che potrebbero essere intervenuti o spiegare parte dei risultati apparenti di PLS, sono state toccate quattro dimensioni e diversi interlocutori:

L'indagine Esiti è stata una delle azioni attuate, prima in parallelo e poi a valle delle attività di Orientamento e Formazione degli studenti

1. Opinioni, atteggiamenti e comportamenti di studenti *sperimentali*: studenti cioè che hanno partecipato ai percorsi PLS, oggetto diretto dello «stimolo».
2. Opinioni, atteggiamenti e comportamenti di studenti *di controllo* che, pur provenendo dalle stesse scuole in cui studiano anche gli *sperimentali*, non hanno partecipato ad alcuna attività prevista da PLS.
3. Opinioni, atteggiamenti e comportamenti degli insegnanti che hanno partecipato a PLS, a vario titolo, all'interno dell'Istituto scolastico in cui è stata effettuata la rilevazione sugli studenti.
4. Determinazione del «clima scolastico»: raccolta di indicatori quantitativi e qualitativi sulla scuola in cui sono socializzati ed educati gli studenti, allo scopo di isolare variabili di contesto che potrebbero avere un peso anche consistente in termini di scelte postdiploma e atteggiamenti rispetto alla ricerca scientifica.

Per la rilevazione sono stati utilizzati tre diversi strumenti:

- un questionario rivolto agli studenti, differenziato per alcune domande a seconda del tipo di disciplina e con un'area aggiuntiva rivolta ai soli studenti *sperimentali*;
- un questionario rivolto agli insegnanti;
- una scheda scuola (che è stata compilata solo dagli insegnanti referenti).

I questionari sono stati compilati attraverso un CAWI (*Computer Assisted Web Interview*): in altre parole, gli intervistati hanno compilato un questionario informatizzato attraverso il web. Il campo di rilevazione è stato realizzato in circa 30 giorni a cavallo tra maggio e giugno 2007. A ogni docente referente è stato chiesto di coinvolgere nella compilazione una classe di studenti *sperimentali*, una classe di studenti *di controllo* e gli insegnanti coinvolti a vario titolo nelle attività. Lo stesso referente è stato chiamato a compilare un questionario e, in aggiunta, anche una scheda scuola, atta a raccogliere informazioni sulle caratteristiche dell'Istituto e sulle modalità di partecipazione al PLS.

Il progetto prevede inoltre la conduzione di un'ultima rilevazione longitudinale da effettuarsi solo sugli stessi soggetti intervistati e frequentanti le classi quinte, mediante brevi interviste telefoniche, per rilevare l'effettiva scelta di studio o lavoro operata dopo la Scuola secondaria di secondo grado, unitamente alla misurazione della variazione degli atteggiamenti verso le lauree scientifiche e del peso che la progettualità realizzata ha assunto nel processo di scelta di studi universitari.

2.1 Caratteristiche degli studenti: il gruppo sperimentale e il gruppo di controllo a confronto

Gli studenti coinvolti nella valutazione del PLS sono riconducibili a due macropopolazioni: gli studenti *sperimentali*, cioè coloro che hanno preso parte a una o più attività PLS, e gli studenti *di controllo*, coloro cioè che non avendo

I questionari sono stati compilati attraverso un CAWI (*Computer Assisted Web Interview*): in altre parole, gli intervistati hanno compilato un questionario informatizzato attraverso il web

preso parte ad alcuna attività PLS, fungono come gruppo di confronto, o controllo appunto, con la prima popolazione.

Il campione di studenti *sperimentali* è stato costruito per rendere rappresentativa la popolazione per le quattro discipline che hanno caratterizzato i percorsi PLS (Chimica, Matematica, Fisica e Scienza dei Materiali). La Tabella 2.1 illustra il campione complessivo di studenti *sperimentali* e *di controllo* intervistati.

Tabella 2.1 • Il campione intervistato di studenti *sperimentali* e *di controllo* (valori assoluti)

		Chimica	Matematica	Fisica	Scienza dei Materiali	Totale
Sperimentale	Nord	530	822	761	340	2453
	Centro	177	433	404	58	1072
	Sud e Isole	529	439	302	187	1457
Totale	1236	1694	1467	585	4982	
Controllo	Nord	332	564	460	292	1648
	Centro	137	261	245	35	678
	Sud e Isole	352	375	182	117	1026
Totale	821	1200	887	444	3352	
Totale complessivo	2057	2894	2354	1029	8334	

Il campione di studenti *sperimentali* è stato costruito per rendere rappresentativa la popolazione per le quattro discipline che hanno caratterizzato i percorsi PLS

2.2 Caratteristiche degli insegnanti

Anche in questo caso la popolazione intervistata è suddivisibile in due macro-popolazioni: insegnanti *referenti* del PLS all'interno della scuola e insegnanti *non referenti*.

Tale distinzione permette di differenziare la popolazione in base a un diverso coinvolgimento con il PLS. Gli insegnanti referenti, infatti, hanno svolto un ruolo di coordinamento del progetto e, per questo, sono stati chiamati a compilare, oltre al questionario *insegnanti*, anche una scheda atta a raccogliere informazioni sulla scuola di appartenenza.

Gli insegnanti, inoltre, possono essere suddivisi per le quattro discipline che hanno affrontato con il PLS. La Tabella 2.2 presenta il campione complessivo degli insegnanti intervistati.

Tabella 2.2 • Il campione intervistato di referenti e insegnanti (valori assoluti)

	Chimica	Matematica	Fisica	Scienza dei Materiali	Totale
Referente	98	125	119	54	396
Insegnante	105	179	138	44	466
Totale	203	304	257	98	862

Ai docenti è stato chiesto se partecipano alla vita di un'associazione di insegnanti. Circa un insegnante su tre fa parte di almeno un'associazione attinente le tre aree disciplinari (chimica, matematica, fisica). Tra i docenti associati troviamo più uomini che donne (35% *vs* 31%), ma del resto sono i primi quelli con la maggiore propensione all'insegnamento delle materie scientifiche. Inoltre, all'interno del nostro particolare campione si osserva una partecipazione maggiore da parte degli insegnanti referenti (36% contro il 29% tra i non referenti): un dato che conforta l'ipotesi che la partecipazione degli insegnanti al progetto sia superiore tra coloro che già nutrono degli interessi profondi per la propria materia o per la scienza in generale. Infine, si osserva che la partecipazione alle associazioni di insegnanti è particolarmente viva tra i docenti che hanno partecipato al PLS per le materie di fisica e matematica.

2.3 Il gruppo sperimentale: una tipologia di analisi

In questo paragrafo prenderemo in considerazione il solo campione di studenti (sia *sperimentali* sia di *controllo*) e si proporrà una modalità di analisi che divide la popolazione in base a due variabili:

- la *predisposizione dichiarata per le materie tecnico-scientifiche* (a prescindere dai voti dati dagli insegnanti);
- la *propensione* per il proseguimento degli studi in queste aree (cioè la volontà o meno degli studenti di intraprendere un corso universitario del gruppo scientifico).

A partire da tali variabili, è possibile suddividere la popolazione degli studenti in una tipologia caratterizzata da quattro tipi di studenti. Vediamo nel dettaglio.

- Gli **studenti «scientifici»** sono quelli che si sentono molto portati (raggiungendo un punteggio maggiore di 7) per le discipline scientifiche (media tra fisica, matematica, chimica, informatica) e contemporaneamente dichiarano di voler proseguire gli studi iscrivendosi a un Corso di Laurea del gruppo scientifico.

Circa un insegnante su tre fa parte di almeno un'associazione attinente le tre aree disciplinari (chimica, matematica, fisica)

- Gli studenti «scientifici dentro ma non fuori» sono quelli che si sentono molto portati (raggiungendo un punteggio maggiore di 7) per le discipline scientifiche (media tra fisica, matematica, chimica, informatica) e contemporaneamente NON dichiarano di voler proseguire gli studi iscrivendosi a un Corso di Laurea del gruppo scientifico.
- Gli studenti «scientifici fuori ma non dentro» sono quelli che NON si sentono molto portati (raggiungendo un punteggio inferiore a 7) per le discipline scientifiche (media tra fisica, matematica, chimica, informatica) MA contemporaneamente dichiarano di voler proseguire gli studi iscrivendosi a un Corso di Laurea del gruppo scientifico.
- Gli studenti «umanisti» rappresentano la categoria residuale.

Esaminiamo ora quali studenti appartengono a ognuna di queste categorie e con che percentuale. Gli studenti del gruppo sperimentale in un caso su due sono soggetti «scientifici», mentre lo è solo uno su tre degli studenti del gruppo di controllo. Questo dato bene esemplifica come gli studenti che hanno partecipato al PLS, in una certa misura, si sono autoselezionati. Hanno cioè partecipato al progetto, in particolare, gli studenti capaci nelle materie dell'area scientifica e desiderosi di proseguire su questa strada. Le valutazioni che verranno fatte nel corso di questo articolo, pertanto, non potranno non tenere conto del fatto che il campione *sperimentale* è composto almeno in parte da studenti di eccellenza rispetto alla scienza, e pertanto esso non ha pari caratteristiche rispetto al campione *di controllo*.

Inoltre, è più facile trovare soggetti scientifici tra gli studenti maschi rispetto alle femmine, all'interno dei Licei Scientifici e tra gli studenti con un alto rendimento scolastico.

Il campione
sperimentale
è composto
almeno
in parte
da studenti
di eccellenza
rispetto
alla scienza,
e pertanto
esso non
ha pari
caratteristiche
rispetto
al campione
di controllo

Parte B • Le aspirazioni degli studenti: i primi risultati

2.5 Istruzione o mercato del lavoro?

Nel corso della rilevazione sono state innanzitutto studiate le scelte formative e professionali post-diploma degli studenti. La percentuale di coloro che hanno dichiarato di non avere alcuna idea rispetto al proprio futuro è relativamente contenuta: il 5% tra gli studenti *sperimentali*. Fra chi tra questi ultimi ha in mente un progetto, solo il 4% (però il 21% tra chi proviene da Istituti Tecnici) intende immettersi a pieno titolo nel mercato del lavoro. La maggior parte (il 90% circa) intende introdursi nel canale dell'istruzione universitaria (e un quarto degli studenti pensa di affiancare all'istruzione anche esperienze lavorative). Non si riscontra su questa scelta una differenza sostanziale tra campione sperimentale e campione di controllo; quest'ultimo è appena più spostato verso il mercato del lavoro o verso una compresenza studio-lavoro.

2.6 Le determinanti «esterne» della scelta postdiploma: influenza del contesto familiare, sociale e culturale

La scelta postdiploma è strettamente legata al background culturale della famiglia. Al crescere del titolo di studio posseduto dai genitori, aumenta anche la propensione all'isciversi a percorsi di studio a scapito di scelte lavorative (Tabelle 2.3 e 2.4). Dimostra quindi di essere molto pesante in tale scelta un fattore di natura esterna, ovvero influenze che idealmente dovrebbero essere tenute «lontane» dalla decisione postdiploma, dando prevalenza alle caratteristiche e alle propensioni personali dell'individuo.

Anche la classe sociale della famiglia di origine, altro fattore esterno e slegato dalle specificità individuali, influenza le scelte postdiploma, seppur in misura meno profonda rispetto agli effetti prodotti dal background culturale. Chi proviene dalla classe operaia ha più difficoltà nell'esprimere una scelta (decisamente più ampia la quota di indecisi) e qualora opti per la carriera universitaria ha più spesso necessità di affiancarvi anche esperienze lavorative.

Infine, l'influenza della «tradizione familiare» appare consistente anche osservando quale indirizzo specifico prende la scelta postdiploma dopo l'opzione per il canale di istruzione superiore. I risultati sottolineano come l'aver un genitore laureato in discipline scientifiche, o meglio ancora entrambi, faccia aumentare sensibilmente la propensione a seguire la stessa area di studi, considerazione comune sia al campione *sperimentale* sia al campione *di controllo*. La tradizione scientifica familiare fa anche sì che sia più contenuta la quota di coloro che, pur avendo buona propensione verso le materie scientifiche, non esplicitano la scelta universitaria verso quest'area di studi; evidentemente la figura importante di riferimento che gli studenti in questi casi hanno davanti dà loro modo di intraprendere in maniera più tranquilla e consapevole quel percorso.

Al crescere del titolo di studio posseduto dai genitori, aumenta anche la propensione all'isciversi a percorsi di studio a scapito di scelte lavorative

Tabella 2.3

		Background culturale familiare				Totale
		Alto	Medio-alto	Medio	Basso	
Tu hai già qualche idea su cosa fare al termine della scuola secondaria superiore?	Sì, cercherò un lavoro e non proseguirò gli studi	1,7	4,3	7,3	10,1	3,9
	Sì, mi iscriverò a un corso di laurea e al tempo stesso lavorerò	20,9	28,4	35,5	26,6	26,7
	Sì, mi iscriverò a un corso di laurea	73,1	60,5	46,6	48,1	62,8
	Sì, mi iscriverò a un corso di formazione professionale post-diploma	0,9	1,0	1,4	1,3	1,1
	No, non so proprio	3,4	5,9	9,2	13,9	5,6
TOTALE		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabella 2.4 • Scelta post-diploma per background culturale familiare (valori percentuali di colonna, base: totale campione di controllo)

		Background culturale familiare				Totale
		Alto	Medio-alto	Medio	Basso	
Tu hai già qualche idea su cosa fare al termine della scuola secondaria superiore?	Sì, cercherò un lavoro e non proseguirò gli studi	3,4	5,9	11,7	14,8	6,3
	Sì, mi iscriverò a un corso di laurea e al tempo stesso lavorerò	24,7	30,9	37,0	29,5	29,8
	Sì, mi iscriverò a un corso di laurea	64,7	54,0	38,2	26,2	54,3
	Sì, mi iscriverò a un corso di formazione professionale post-diploma	1,1	1,9	2,5	4,9	1,7
	No, non so proprio	6,1	7,3	10,7	24,6	7,9
TOTALE		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2.7 L'iscrizione a un Corso di Laurea: quali i più probabili? Quali le motivazioni? Quali facoltà scientifiche?

Il gruppo disciplinare che più degli altri attira le preferenze degli studenti che intendono continuare gli studi è, tra gli studenti *sperimentali*, quello scientifico (53%); questa percentuale tra gli studenti *di controllo* rimane ampia ma un po' più contenuta (39%), confermando l'ipotesi di autoselezione del campione partecipante al PLS, già espressa in precedenza. Meno attraenti risultano essere, nel campione *sperimentale*, il gruppo sanitario (21%), quello sociale (13%) e ancora più residuale quello umanistico (6%).

L'incrocio dei dati mostra che le propensioni espresse dagli studenti per determinati gruppi disciplinari sono molto legate al tipo di scuola frequentata. Infatti, il gruppo scientifico catalizza maggiormente gli studenti degli Istituti Tecnici (o meglio, di quanti nei Tecnici decidono di proseguire gli studi, quota ben più ridotta rispetto a quella dei Licei).

Dall'analisi dei dati emerge in prima istanza una certa incoerenza tra le dichiarazioni di principio esposte e i risultati osservati a proposito dell'influenza del contesto socio-culturale (in Tabella 2.5 si riportano i giudizi del gruppo sperimentale). Gli studenti dichiarano innanzitutto di aver seguito gli interessi personali («Le discipline insegnate mi interessano»), in maniera quasi trasversale rispetto alle discipline (solo nel gruppo sociale questa dimensione, pur consistente, è più ridotta). Il contesto amicale e familiare sembra avere peso nullo o molto ridotto: «La frequenteranno i miei amici», «Lo vogliono i miei genitori», «Me l'hanno consigliata i miei insegnanti» sono gli item in testa all'ordinamento degli aspetti che hanno peso nullo tra i criteri di scelta.

Veniamo ora alle peculiarità per gruppo disciplinare.

- Il gruppo «umanistico» è quello che più degli altri è scelto per vocazione personale; l'interesse per le discipline è infatti l'aspetto che viene considerato come molto importante in misura più consistente rispetto agli altri casi. Chi opta per questa direzione di studi, però, è anche ben consapevole delle difficoltà sul versante lavorativo che questi titoli comportano: minor importanza è data agli item «Ho un'idea delle professioni che si possono svolgere con questo tipo di laurea», «In futuro avrò la possibilità di svolgere un lavoro prestigioso», «Potrò guadagnare bene in futuro» ed «È facile trovare lavoro con quel titolo di studio».
- Il gruppo «scientifico» è quello che più degli altri dimostra minor chiarezza nelle concrete possibilità lavorative che si potrebbero aprire al termine degli studi. Le percentuali di chi dichiara come molto importanti le affermazioni «Il titolo di studio è necessario per il lavoro che voglio fare» e «Ho un'idea delle professioni che si possono svolgere con questo tipo di laurea» sono le più ridotte tra i quattro gruppi disciplinari considerati.
- Il gruppo «sanitario» è l'unico in cui ha una dimensione (leggermente) superiore il sapere quali professioni si possano svolgere, rispetto all'interesse per le discipline insegnate, altrove preponderante.

Il gruppo «scientifico» è quello che più degli altri dimostra minor chiarezza nelle concrete possibilità lavorative che si potrebbero aprire al termine degli studi

Tabella 2.5 • Motivazioni alla base della scelta universitaria, considerate come molto importanti, per gruppo disciplinare scelto (percentuale sul totale del gruppo, base: totale gruppo *sperimentale*)

Molto importante					
	Gruppo umanistico	Gruppo sociale	Gruppo scientifico	Gruppo sanitario	Totale
Le discipline insegnate mi interessano	71,1	56,4	69,1	68,4	67,5
Il titolo di studio è necessario per il lavoro che voglio fare	40,9	50,3	33,8	71,2	44,8
Ho un'idea delle professioni che si possono svolgere con questo tipo di laurea	24,5	33,9	17,8	48,3	27,2
In futuro avrò la possibilità di svolgere un lavoro prestigioso	11,8	25,1	14,3	26,4	18,1
Potrò guadagnare bene in futuro	7,3	18,2	12,1	19,7	14,1
È facile trovare lavoro con quel titolo di studio	4,8	11,7	12,9	15,2	12,4
Lo vogliono i miei genitori	2,2	1,2	1,9	2,5	2,0
Me l'hanno consigliata i miei insegnanti	2,0	0,3	1,5	0,4	1,2
Gli esami sono facili	0,7	1,2	0,5	0,2	0,5
La frequenteranno i miei amici	0,2	0,7	0,5	–	0,4

2.7 Scienze dure e ingegneria: un'analisi di benchmark

Tra tutti gli studenti è stata sondata l'immagine che essi hanno di laureati in possesso di quattro diversi titoli di studio: Matematica, Fisica e Chimica, rispetto al «competitor» (espressione qui puramente intesa in termini di numero di iscritti) Ingegneria.

Molto simili appaiono le considerazioni dei due campioni, *sperimentale* e *di controllo*, a segnalare come le immagini descritte siano ampiamente presenti e trasversali a caratteristiche «sociali» e di vicinanza al mondo della scienza.

Decisamente ampia è la quota di chi non sa esprimere una valutazione comparativa; le percentuali di chi non sa rispondere oscillano dal 18% al 64%. I matematici sono il gruppo che meno degli altri (ad ampia distanza da Fisica e Chimica) riescono a qualificarsi rispetto al mondo del lavoro: circa il 40% degli studenti ritiene che saranno quelli con più difficoltà nel trovare lavoro, nel fare carriera e nello svolgere un lavoro interessante; circa la metà pensa che avranno più degli altri retribuzioni poco soddisfacenti.

Ingegneria emerge come decisamente «vincente» in ogni aspetto dell'immaginario, a eccezione (solo rispetto ai fisici e ai chimici) della possibilità dello svolgere un lavoro interessante e della fatica per ottenere il titolo di studio.

CONCLUSIONI. EMERGENZA SCIENTIFICO- TECNOLOGICA: CHE FARE?

Non paia esagerata l'espressione «emergenza scientifico-tecnologica» usata negli ultimi tempi. Essa esprime correttamente un *national risk*, un vero allarme per il Paese. I vari indicatori ci rappresentano un arretramento della consapevolezza nazionale – in tema di cultura scientifica diffusa – rispetto alle mete della società della conoscenza e della globalizzazione, e dunque ai presupposti necessari per stare proficuamente nella competizione mondiale.

La crisi delle immatricolazioni ai Corsi di Laurea delle scienze di base costituisce in effetti un'interfaccia delle risultanze delle inchieste OCSE sulle competenze scientifiche dei nostri giovani, come dei «debiti formativi» in matematica nella scuola. Il vero tema è il basso livello di cultura scientifica diffusa, la ghettizzazione della scienza all'interno del ridotto di una cultura settoriale, a fronte del rango di «cultura universale» riservato alle scienze umane dal tardo neoidealismo ancora dominante in tutto il nostro impianto formativo, fino a impregnare di sé il senso comune più radicato.

Paghiamo caramente questo arcaico retaggio ideologico del neoidealismo protonovecentesco, ancorato – si ricordi – a obiettivi di selezione sociale e di formazione della classe dirigente. Paghiamo gli ostacoli frapposti all'affermarsi del metodo scientifico-sperimentale da parte della nostra cultura dominante, che ha imposto una gerarchia tra i saperi, che non ha né favorito né sostenuto il diffondersi di un metodo, una cultura, una mentalità – appunto – scientifico-sperimentali. Che ha cioè tenuto fuori dall'asse educativo del paese la capacità e lo stimolo a proporsi i problemi e a impegnarsi a ricercarne le soluzioni, negato l'attenzione al risultato e non soltanto alla prospettazione dei quesiti, promosso uno spirito pubblico più incline a chiedere e rivendicare che ad autopromuoversi. Perché questa è la sostanza profonda del metodo scientifico-sperimentale, il ponte tra conoscenze e competenze, che si fonda sulla correlazione fra osservazione del reale e costruzione della teoria, e quindi ricomposizione dell'utile e del vero, dell'esperienza e dell'astrazione, del sapere e del fare. Al contrario, nel nostro Paese ha prevalso cento anni fa un impianto formativo che scinde costantemente i due corni di una stessa attività, l'appren-

di
Luigi
Berlinguer
Presidente Gruppo
di Lavoro
interministeriale
per lo sviluppo
della Cultura
Scientifica
e Tecnologica

dimento, producendo così una dimensione della crisi della cultura scientifica e della immatricolazione nei Corsi di Laurea delle scienze di base, assai più patologica rispetto ad altri Paesi.

Questo volume dà conto delle misure intraprese per reagire alle tendenze negative affiorate negli ultimi anni e mostra il valore e il senso del Progetto «Lauree Scientifiche» e dei suoi iniziali successi. La seguente tabella li sintetizza efficacemente:

A.A. 05-07 Le Scienze di base – Variazioni percentuali degli immatricolati degli ultimi tre anni

	A.A. 2005-06*	A.A. 2006-07*	A.A. 2007-08*	Δ N/N 2007-2005*	Δ N/N 2007-2006*
Chimica	1404	1542	1749	+24%	+14%
Fisica	1185	1366	1487	+25%	+ 9%
Matematica	1237	1455	1884	+53%	+30%

*I dati analizzati interessano l'80% degli Atenei.

Li riassumo.

1. Il fenomeno della riduzione di immatricolati è presente in numerosi Stati anche a economie forti. In Italia è però assai più accentuato.
2. Il numero di studenti dei Corsi di Laurea qui richiamati era decisamente basso, già prima della crisi recente. Era largamente insufficiente per un'economia della conoscenza. Per questo la caduta degli anni di crisi è fenomeno decisamente preoccupante che giustifica l'allarme nazionale.
3. È oggi in corso una certa ripresa, interessante, che non va sottovalutata, anzi va decisamente incoraggiata e sostenuta, perché ancora fragile e tutta da verificare nella sua effettiva consistenza.
4. L'attuale mercato del lavoro, contrariamente alle dicerie in proposito, è in grado di assorbire gli attuali laureati scientifici, anche delle scienze di base. Va detto tuttavia che questo avviene, forse, anche perché i numeri assoluti dei laureati sono ancora bassi, e per questo il saldo offerta-domanda è sostanzialmente in pareggio.

Con questi numeri, tuttavia, non si va molto lontano per una politica economica di innovazione e quindi di vero sviluppo. Occorre decisamente un incremento, che va sostenuto su entrambi i fronti: nel numero dei laureati offerti dal sistema universitario e insieme nella capacità del mercato del lavoro privato e pubblico di aumentare la richiesta di laureati scientifici.

Non è questa la sede per un esame approfondito del mercato del lavoro, del resto poco esplorato sotto il profilo della domanda effettiva e potenziale di la-

voratori «scientifici» da parte delle imprese. Tuttavia, è possibile premettere già da ora che la questione vada posta in tutta la sua urgenza e necessità, perché si approfondiscano le analisi e si adottino le misure per un effettivo incremento di quei laureati.

Occorre innanzitutto ripristinare l'osservatorio permanente del fabbisogno professionale nel campo tecnico e scientifico, per conoscere quali quantità e diverse tipologie: quanti ne possono servire e con quale profilo. E conseguentemente occorre elaborare e adottare le misure di sostegno e di incentivo per favorire l'immissione di un tale personale nelle imprese e nell'organizzazione pubblica come principale fattore di innovazione produttiva.

È sul fronte dell'offerta di un tale personale che il presente volume fornisce suggestioni interessanti, proprio partendo dall'esperienza del Progetto «Lauree Scientifiche». Iniziando da alcune considerazioni sulle radici del fenomeno di crisi delle immatricolazioni, che è chiarito come siano dovute a più di un fattore: l'informazione sugli sbocchi professionali, l'orientamento universitario, soprattutto il modo in cui le scienze sono insegnate all'Università e nella Scuola. Su questo assunto comincia a determinarsi una significativa maturazione di opinioni – anche se le resistenze sono sempre molto diffuse – all'interno delle stesse Facoltà scientifiche. Questa è comunque la sostanza contenuta in più di un documento istituzionale: ricordo soltanto quelli del Gruppo di Lavoro per lo sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica e del Comitato Rocard, nominato a questo scopo della Commissione Europea. In essi si afferma appunto che risolutivo risulta il modo in cui le scienze vengono insegnate. In altri termini, diventa centrale in Italia l'affermarsi del metodo scientifico-sperimentale, e decisiva la cornice organizzativa delle misure che verranno adottate per avviare a soluzione il problema: fare *sistema*, evitare iniziative episodiche, sconnesse, parziali, prive di coordinamento e imputate a nicchie istituzionali in concorrenza tra di loro.

Parliamo del «che fare». Innanzitutto occorre continuare, perseverare. Di fronte a un parziale successo sarebbe insano fermarsi, in omaggio all'italico spirito precario e improvvisatore. Le iniziative messe in campo in questi tempi recenti sono certamente fra le concause della positiva inversione di tendenza nelle immatricolazioni universitarie. Sospenderle non avrebbe senso. Si è trattato di iniziative di natura diversa ma tutte comprese in un unico alveo, che procede nel senso di affermare il metodo scientifico-sperimentale e di presentare le discipline scientifiche con un alto grado di gradevolezza, comprensibilità, capacità di interessare e stimolare. Tali iniziative devono ora essere inserite in un vero e proprio piano di sviluppo, un programma pluriennale, sottratto cioè al procedere a singhiozzo, con decisioni dell'ultimora, tipico della nostra cultura amministrativa. Un piano che prescriva il coordinamento delle diverse fonti di finanziamento e delle diverse misure istituzionali. *Sistema e pluriennialità*. La scelta spetta alla politica, ovviamente. Valuterà essa se si preferisce la dimen-

Diventa centrale in Italia l'affermarsi del metodo scientifico-sperimentale, e decisiva la cornice organizzativa delle misure che verranno adottate per avviare a soluzione il problema

sione triennale, o più lunga: certo non meno di tre anni di provvidenze finanziarie e di misure ordinamentali. Per modo che tutti coloro che hanno lavorato e desiderano continuare a lavorare nell'Università e nella Scuola, possano produrre risultati grazie a un rinnovato clima di prevedibilità e di certezze.

Mi riferisco intanto ad alcune significative iniziative come il Progetto «Lauree Scientifiche», «Insegnare Scienze Sperimentali» e M@t.abel (queste ultime presso il Ministero della Pubblica Istruzione): per tutti sarebbe estremamente proficuo che – nell'incertezza del quadro politico e delle modifiche istituzionali dell'assetto interno ministeriale – venissero intanto definiti e finanziati gli obiettivi pluriennali di sviluppo della didattica scientifica. E venisse contemporaneamente disposto un collegamento stabile delle iniziative fra di loro, istituzionalizzando (nell'ovvio rispetto delle reciproche competenze) le forme del permanente loro coordinamento. Un coordinamento intanto a livello nazionale, ma soprattutto qualcosa di più corposo nel territorio, fino a forme di lavoro e iniziativa comune a cominciare dai coordinamenti regionali e dalle attività degli operatori (soprattutto docenti) universitari e scolastici a livello provinciale e delle singole Scuole e Università. In molti casi lavorano ai progetti le stesse persone, in altri no; ma lavorare insieme in questo campo è assolutamente naturale e logico, visto che tematiche e obiettivi coincidono. In ogni caso è ineludibile che vi siano costanti scambi e verifiche su obiettivi e risultati, sulla natura e il valore delle esperienze didattiche e di orientamento, sui loro successi e difetti. Se possibile, addirittura un'unica organizzazione delle attività.

Il documento del maggio 2007 del citato Gruppo di Lavoro per lo sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica ha esplicitamente parlato di didattica laboratoriale. «Promuovere un programma pluriennale per lo sviluppo delle Scuole come laboratori del sapere scientifico, dotandole di tutti i mezzi necessari allo scopo come infrastrutture, spazi, ambienti e strumenti necessari alla pratica sperimentale». Si tratta di un programma complesso e ambizioso che ha bisogno, per essere realizzato, come spiega uno specifico documento del Gruppo di Lavoro, di piani di finanziamento mirati e con erogazioni vincolate a precisi criteri come la creazione di condizioni strutturali e organizzative nelle Scuole (il dipartimento di scienza e tecnologia), il radicamento della pratica laboratoriale nei curricoli, la collaborazione tra Scuole, la progettazione degli spazi per le attività sperimentali, un rapporto non episodico con risorse del territorio.

Sulla stessa lunghezza d'onda si possono collocare i risultati di PLS, di ISS e di M@t.abel. Essi convergono tutti sul punto che, a seguito delle esperienze realizzate con l'innovazione didattica laboratoriale, i risultati nell'apprendimento e nei successivi orientamenti studenteschi non si sono fatti attendere. Credo sia pertanto assai opportuna una stabile convergenza – fare come ho detto l'unificazione – delle iniziative in proposito. Questo ovviamente per l'ultimo trien-

**È ineludibile
che vi siano
costanti
scambi
e verifiche
su obiettivi
e risultati,
sulla natura
e il valore delle
esperienze
didattiche
e di
orientamento,
sui loro
successi
e difetti**

nio della Scuola secondaria, ove è preminente il profilo dell'orientamento formativo con la didattica laboratoriale, che costituisce una delle acquisizioni più intelligenti ed efficaci del PLS.

Sono evidenti i vantaggi di un coordinamento per la intrinseca razionalità delle iniziative e della spesa e per loro efficacia. Ma altrettanto rilevante è il suo valore aggiunto nel rapporto fra Scuola e Università, che costituisce senza dubbio una delle strade obbligate di una corretta politica di sviluppo della cultura scientifica. Se è essenziale allo scopo il modo in cui le scienze vengono insegnate, è indispensabile che le due grandi istituzioni formative cooperino costantemente in materia, ovviamente rispettando i diversi ruoli e le distinte funzioni. Se Scuola e Università non collaborano, è impossibile una corretta formazione iniziale degli insegnanti, non si dà luogo alla ricerca didattica disciplinare, non si innova. E qui emerge la necessità di aggiornare l'impostazione del PLS due anni dopo il suo decollo. I suoi risultati e gli orientamenti espressi dagli studenti nelle Scuole nel corso delle iniziative di orientamento formativo spingono in questa direzione: l'emergenza causata dal crollo delle iscrizioni continua ma non può più essere l'unico aspetto del progetto. Qui mi pare che il PLS debba subire una torsione verso il più generale obiettivo dello sviluppo della cultura scientifica e dell'affermarsi del metodo scientifico-sperimentale. Un aumento delle immatricolazioni nelle «lauree scientifiche» può essere garantito stabilmente anche se si diffonde una cultura scientifica vera fra i giovani (ma anche fra i genitori). E ciò significa anche un loro coinvolgimento sperimentale, assieme a quello teorico, nel loro complessivo itinerario educativo.

Ma vale anche il reciproco. L'esperienza PLS si è rilevata anche un utile mezzo e percorso per tutti gli aspetti della politica sulla cultura scientifica. Anche perché, per esempio, le sinergie da essa prodotte non si sono limitate ai tentativi di saldare un rapporto Scuola-Università, ma hanno esteso l'attenzione e il coinvolgimento al mondo del lavoro. Non si può fare orientamento nella Scuola senza una corretta informazione sugli studi universitari ma anche sugli sbocchi professionali: chiunque, scegliendo un corso superiore, pensa innanzitutto al suo lavoro futuro, alla sua realizzazione sociale, alla sua vita. È naturale e positivo. Soddisfazione intellettuale e soddisfazione professionale non dovrebbero essere disgiunte, è bello e bene che sia così. Ed è necessario che le scelte dei ragazzi siano consapevoli, conoscitrici di se stessi come del mondo esterno. Da qui il necessario collegamento con il mondo del lavoro, con il mercato del lavoro, che è assolutamente indispensabile e proficuo. Né manca il suo risvolto: conoscere la struttura stessa del mercato del lavoro, dell'organizzazione economica è fattore necessario e utile per disegnare i corsi di studio; non per esserne influenzati e condizionati in un'ottica piattamente professionalizzante, ma per un proficuo scambio di esperienze ed esigenze fra il mondo formativo e quello del lavoro. La riorganizzazione sul territorio dei vari progetti di sviluppo e di rinnovamento dell'apprendimento scientifico di cui ho parlato

Se Scuola e Università non collaborano, è impossibile una corretta formazione iniziale degli insegnanti, non si dà luogo alla ricerca didattica disciplinare, non si innova

deve pertanto poter coinvolgere anche le istanze del mondo del lavoro oltre alle Università e alla Scuola. La necessità di allargare l'orizzonte della struttura del PLS al più generale campo dello sviluppo della cultura scientifica è suffragata dalla circostanza che l'insegnamento scientifico investe tutti gli ordini e gradi scolastici, fin dalla Scuola per l'infanzia; orbene, anche in quegli stadi educativi è raccomandabile un rapporto tra Scuola e Università, la collaborazione fra le due competenze, proprio ai fini di rinnovarne contenuti e metodi. Se tutto il percorso scolastico viene investito da un rinnovamento didattico all'insegna del metodo scientifico-sperimentale, lo stesso esito in tema di preferenze e sensibilità studentesche in ordine alle future scelte universitarie non potrà che giovare. Del resto, le iniziative del «Gruppo di Lavoro per lo sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica» in tema di dotazioni di laboratori e spazi fisici attrezzati nelle Scuole e di richieste di investimenti per la promozione professionale degli insegnanti presuppongono un forte ruolo universitario, calato però nella effettiva realtà scolastica.

Il Ministero della Pubblica Istruzione ha rivelato in proposito una particolare sensibilità, recependo i suggerimenti del «Gruppo di Lavoro». Si sono invertite una linea e una prassi che avevano tollerato l'irrilevanza della didattica laboratoriale e della dotazione di attrezzature *ad hoc* nelle Scuole; questo significa il finanziamento con il progetto «Scuole aperte» e con il PON di interventi complessivamente di 45 milioni di euro per il 2007. Un fatto di significativo rilievo politico-educativo. Il «Gruppo di Lavoro», in collaborazione con gli operatori – amministrativi e docenti – dei piani richiamati, ha predisposto linee guida per la messa in pratica delle misure del ministro Fioroni; si è fatto carico del rischio di una sua applicazione che possa risultare inefficace o distorta. Altrettanto dicasi delle misure che riguardano gli investimenti nella professionalità docente. La programmazione pluriennale di cui si è parlato nelle pagine precedenti, la torsione di quei programmi verso una più generale politica di sviluppo della cultura scientifica sarebbe opportuno che investissero anche queste novità, questi aspetti. Spostare l'accento sulla ricomposizione fra teoria ed esperienza, osservazione e astrazione concettuale passa necessariamente attraverso il modo concreto in cui si articolano i programmi di promozione e aggiornamento professionale dei docenti, di rapporto fra ore didattiche in classe e in laboratorio, la natura stessa della didattica laboratoriale, e via dicendo. La proficua esperienza di collaborazione tra Scuola, Università, Musei scientifici, Imprese, sperimentata nei progetti richiamati va estesa alla nuova fase e al modo in cui le positive provvidenze del ministro Fioroni avranno attuazione.

In questo quadro va inserito un suggerimento derivante dal «protocollo di collaborazione» fra il Gruppo di Lavoro e la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze (Ambiti di collaborazione tra GdL per lo sviluppo della S/T e Conferenza Presidi di Scienze dell'11/07/07). Alludo alla proposta ivi contenuta tendente di sostanziare il rapporto Scuola-Università con misure incentivanti

La necessità di allargare l'orizzonte della struttura del PLS al più generale campo dello sviluppo della cultura scientifica è suffragata dalla circostanza che l'insegnamento scientifico investe tutti gli ordini e gradi scolastici

che favoriscano l'inserimento degli insegnanti nei circuiti qualificati di ricerca universitaria. Si cita a mo' di esempio la previsione concreta della partecipazione di insegnanti ai PRIN e quindi ad attività di ricerca per progetti testati e approvati, naturalmente con provvidenze pratiche di sostegno e riconoscimento di una tale attività degli insegnanti, che per certo arricchirebbe culturalmente l'intera Scuola. Come pure l'esempio di favorire la destinazione scolastica di dottori di ricerca e comunque di personale che abbia svolto anche esperienze scientifiche dirette e qualificate.

Per converso, dovrebbero essere previste – come già avviene nella disciplina dei progetti per la ricerca finanziata dall'Unione Europea (Programmi Quadro e altro) – iniziative di diffusione dei risultati derivanti dai singoli progetti ammessi al finanziamento, come parte integrante dei progetti stessi, intendendo per comunicazione e diffusione anche l'attività di collegamento con la Scuola. Per concludere con una considerazione riguardante la formazione iniziale degli insegnanti e le SISS: per la fase di tirocinio, di vera e propria formazione professionale a insegnare, il metodo scientifico-sperimentale e la didattica disciplinare devono costituirne la parte fondamentale e caratterizzante. Questo comporta la necessità che gli insegnanti esperti costituiscano una componente essenziale, insieme ai docenti universitari, dell'esperienza di tirocinio delle SISS, dell'esperienza didattica che è base della vera formazione. La stessa ricerca didattica disciplinare non può prescindere dal soggetto principale dell'analisi didattica, e cioè dallo studente, dall'alunno della scuola, sul quale e col quale si svolgono le esperienze di ricerca didattica e di tirocinio. E tutto ciò non può non svolgersi anche nelle scuole, in classe. La collaborazione Scuola-Università trova qui un presupposto decisivo di funzionamento di tutto il sistema. Le nicchie e la separazione istituzionale non funzionano. Soprattutto per le materie scientifiche, ove l'esperimento è d'obbligo.

Un ultimo aspetto deve essere considerato nel quadro di un'evoluzione del PLS verso il complessivo sviluppo della cultura scientifica. Il PLS è nato dalla crisi delle immatricolazioni delle lauree delle scienze di base: Matematica, Fisica, Chimica, Scienza dei Materiali, particolarmente colpite dalla riduzione di iscritti. La preoccupazione che stava alla base di quelle misure deve continuare: guai ad abbassare la guardia, poiché – come ho detto – la ripresa in atto è fragile, l'importanza delle scienze di base non può essere revocata in dubbio. Nell'ambito di un'azione per lo sviluppo della cultura scientifico-tecnologica non possono tuttavia essere trascurati gli altri settori disciplinari. Come esempi cito Statistica, Biologia, Scienze della Terra, Informatica, Medicina, Ingegneria, Farmacia e via discorrendo. Sia pure in forme diverse, derivanti dalle diverse norme sull'accesso (numero chiuso e altro), o dal diverso rapporto col mondo del lavoro, il tema generale dello sviluppo, come quello del metodo scientifico-sperimentale e quello del *public outreach*, deve essere esteso a tutto il mondo scientifico. Le misure pluriennali devono rientrare in questo quadro.

Per la fase di tirocinio, di vera e propria formazione professionale a insegnare, il metodo scientifico-sperimentale e la didattica disciplinare devono costituirne la parte fondamentale e caratterizzante

Credo si possa concludere ricordando *ex malo bonum*. È possibile che da un fenomeno grave e allarmante possa esser derivata una frustata e una sollecitazione ad affrontare un vecchio male della cultura dominante italiana. Naturalmente, solo se si voglia imboccare la strada giusta, che è inevitabilmente quella di chiudere con i retaggi del neoidealismo e di promuovere il metodo scientifico-sperimentale.

È possibile
che da un
fenomeno
grave
e allarmante
possa esser
derivata una
frustata e una
sollecitazione
ad affrontare
un vecchio
male
della cultura
dominante
italiana