

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.

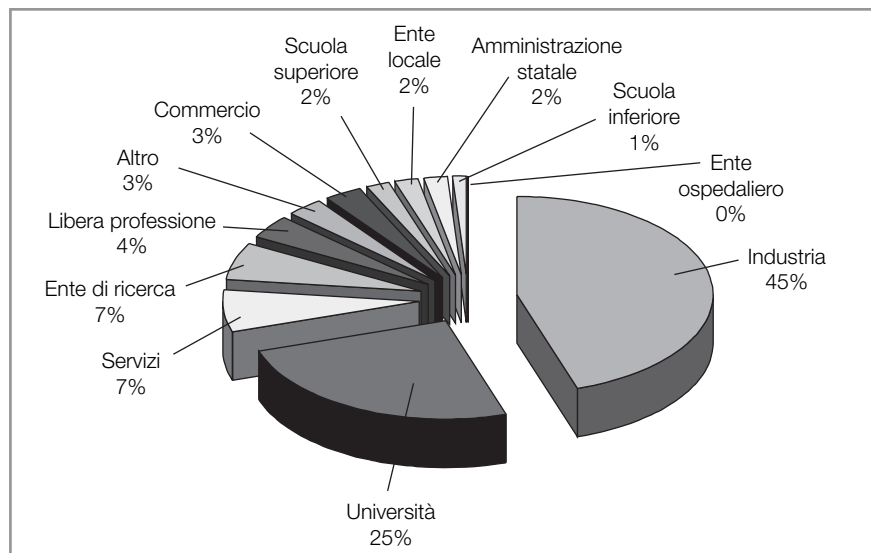
Ulteriori informazioni riguardo le caratteristiche degli ambiti occupazionali dei laureati in Chimica possono essere ottenute facendo riferimento all'indagine sulla condizione occupazionale dei laureati in Chimica e Chimica Industriale condotta da Sandro Torroni per la Conferenza Nazionale dei Presidenti 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

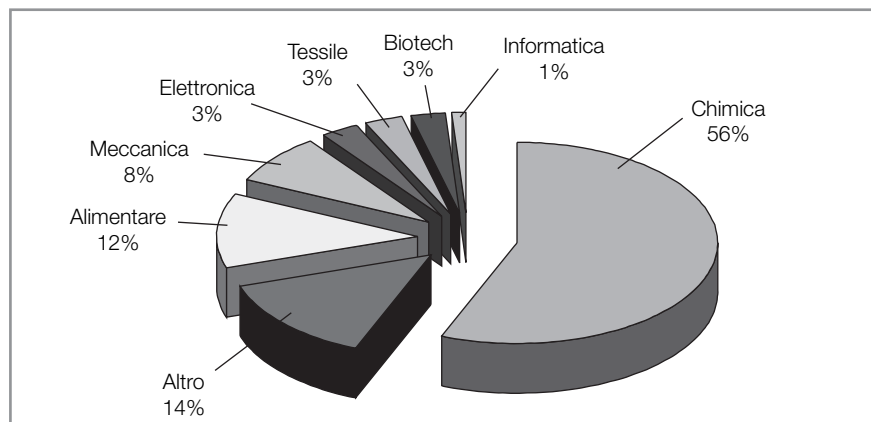
2. Il rapporto completo dell'indagine è pubblicato sul sito della Conferenza Nazionale dei Corsi di studio in Chimica <http://www.con-chimica.unimore.it>

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.

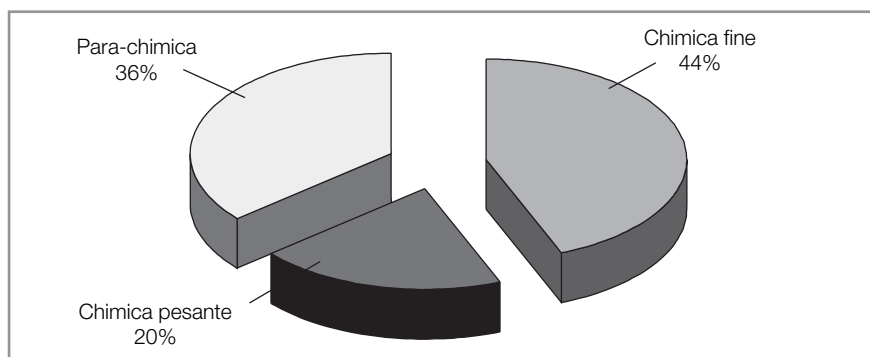
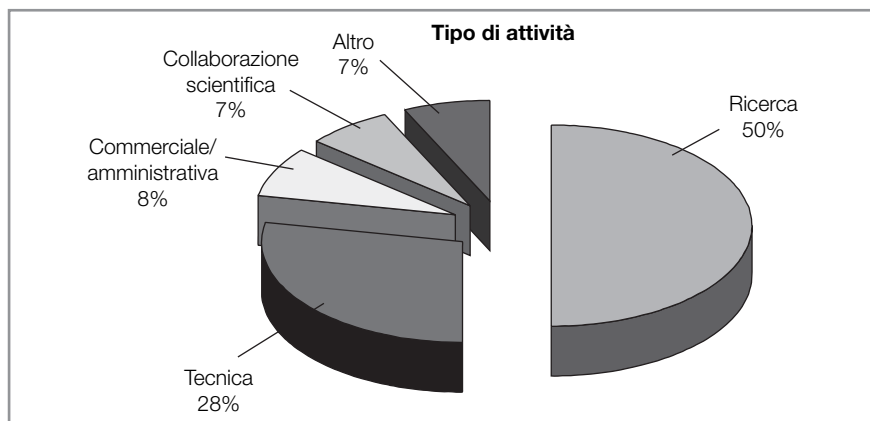
▼ **Figura 1a** • Distribuzione % media sui cinque anni dell'occupazione nei vari enti di impiego



▼ **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.

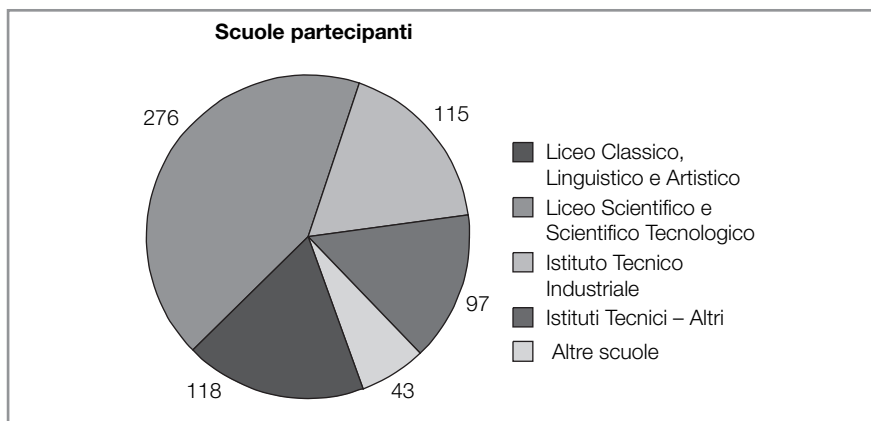
Infine, vogliamo porre in particolare evidenza il carattere sperimentale del Progetto: l'obiettivo **centrale** del Progetto non poteva essere quello di svolgere in maniera sistematica attività di orientamento e formazione verso l'insieme degli studenti e degli insegnanti di scienze delle scuole superiori, 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

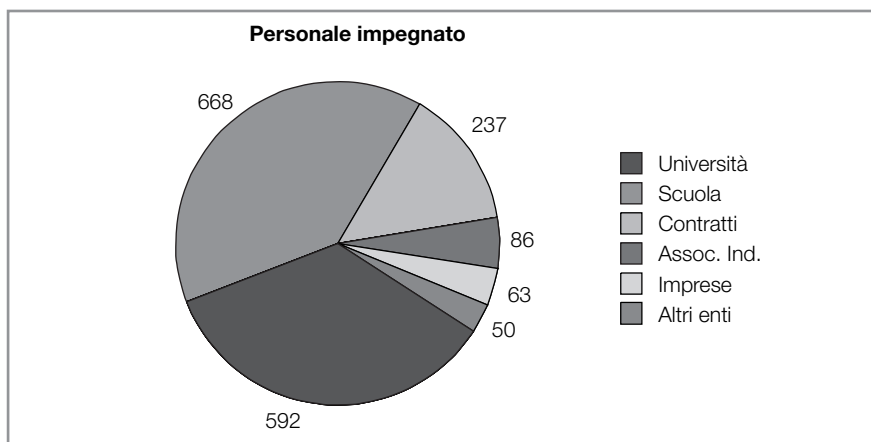
Nel contributo di Nicola Vittorio sono riportati i numeri complessivi relativi ai quattro Progetti di Orientamento. Qui sono riportati in forma grafica (Figure 2a-c) alcuni dati relativi al Progetto dell'area Chimica e nelle tabelle i dati analitici. L'elenco delle unità operative locali, con i nomi 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

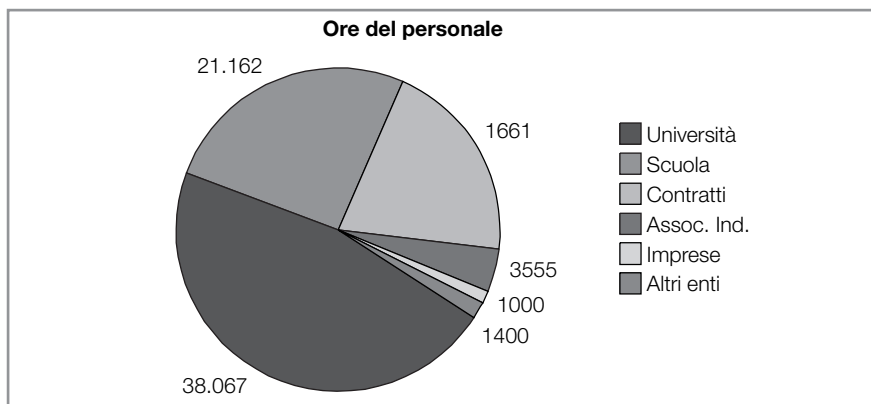
▼ **Figura 2a** • Tipologia delle scuole partecipanti al Progetto



▼ **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.

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

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

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:

$$[\text{X}] (\text{ppm}) = \frac{m_x}{m_{\text{soluzione}}} \cdot 10^6$$

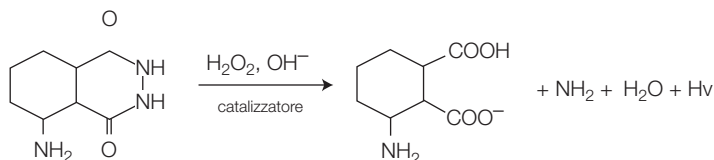
con m espresso in grammi (g). La massa m_x da pesare per preparare una soluzione di massa $m_{\text{soluzione}}$ a concentrazione $[\text{X}]$ (ppm) è:

$$m_x = \frac{[\text{X}] (\text{ppm}) m_{\text{soluzione}}}{10^6}$$

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

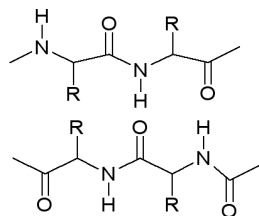
Premessa. Come è noto, le fibre naturali (seta, cotone, lana) sono prive di colorazione. L'uomo cominciò a colorare le fibre sfruttando coloranti naturali ottenuti da vegetali (carote, spinaci, ...) o minerali (ossidi di ferro, ...). L'industria dei coloranti (prima vera industria chimica «organica») 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

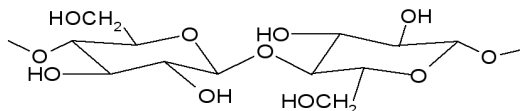
L'industria
dei coloranti
(prima vera
industria
chimica
«organica»)
nacque
nel 1800
dall'esigenza
di impartire
colorazione
agli oggetti
in modo
sistematico

gruppi chimici in grado di interagire: per esempio, un gruppo $-\text{COOH}$ e un gruppo $-\text{NH}_2$ reagiscono per formare un legame ammidico.

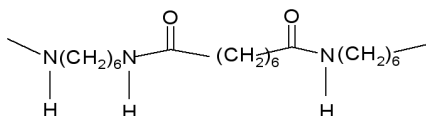
Qualche formula... Per capire come un colorante può legarsi a una fibra occorre innanzitutto conoscere la formula chimica e la struttura della fibra stessa.



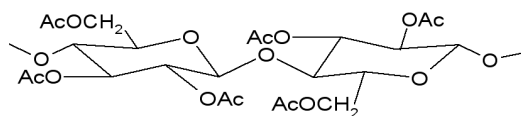
seta/lana



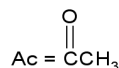
cellulosa



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.

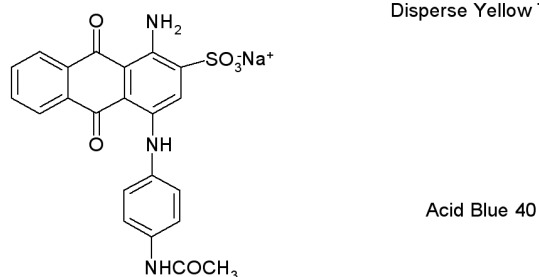
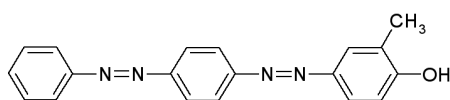
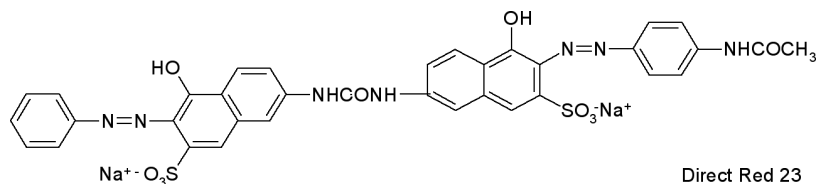
Lana: si ottiene, come tutti sanno, dalle pecore. Chimicamente è un *polipeptide*, come la seta, ma formato con una diversa distribuzione di amminoacidi.

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