

IL PROGETTO DI ORIENTAMENTO E DI FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI - FISICA (PLS-OFI-FISICA)

PREMESSA

Il PLS-OFI-Fisica si pone come obiettivo l'individuazione e lo sviluppo di metodologie didattiche atte a migliorare l'apprendimento delle materie scientifiche, soprattutto della fisica, da parte degli studenti delle scuole secondarie.

In particolare, attraverso le iniziative promosse, si vuole sottolineare e raccomandare che:

- l'insegnamento della fisica sia innanzitutto guida all'apprendimento, per diretta esperienza, del metodo scientifico;
- il processo educativo avvenga nei laboratori affinché sia radicata la percezione di uno studio della realtà che parte dalla osservazione della stessa e che prosegue con l'elaborazione dei dati acquisiti;
- vengano stimolate nella pratica didattica le connessioni con altre discipline, come storia e filosofia, che sottolineano la profonda valenza culturale della fisica, evidenziando quanto le teorie e il loro dialettico succedersi costituiscano quel pensiero scientifico che fa parte integrante della storia del pensiero e della evoluzione culturale dell'umanità;
- si promuova una maggiore integrazione con lo studio delle scienze naturali, affinché sia chiara agli studenti la unitarietà della metodologia scientifica;
- sia privilegiata ogni metodologia didattica che promuova lo sviluppo del ragionamento logico e critico e che si fondi sul coinvolgimento attivo degli studenti senza trascurare le abilità tecniche di laboratorio e di calcolo.

Se si vuole raggiungere lo scopo di arginare il problema delle vocazioni scientifiche, di dare una corretta percezione della fisica e del suo ruolo culturale, di creare un'adeguata preparazione di base corredata dalla necessaria metodologia sperimentale, si rende necessario ed è imprescindibile, affinché il Progetto «Lauree Scientifiche» abbia esiti positivi anche oltre la fase di sperimentazione, che:

di
Josette Immè
 Dipartimento
 di Fisica
 e Astronomia
 Università degli
 Studi di Catania,
 Coordinatore
 Nazionale del
 PLS-OFI-Fisica

- tutte le scuole secondarie, soprattutto quelle che tradizionalmente costituiscono il bacino privilegiato da cui i Corsi di Laurea scientifici attingono, siano adeguatamente attrezzate di laboratori didattici di fisica;
- sia destinato ai laboratori stessi personale tecnico qualificato, a supporto delle attività dell'insegnante;
- sia soprattutto adeguato il carico orario delle discipline scientifiche, e in particolare della fisica, nelle scuole secondarie.

1 • FINALITÀ

Il Progetto «Lauree Scientifiche»-OFI-Fisica è inteso ad avviare un'attività coordinata nell'individuare, progettare, sperimentare e diffondere sul territorio nazionale iniziative che vadano nella direzione di sviluppare la cultura scientifica nelle scuole e porre la formazione scientifica come una questione di interesse generale, promuovendo azioni di sostegno a studenti e a insegnanti delle scuole superiori.

In particolare il Progetto ha messo in campo iniziative con le seguenti finalità:

- dare agli studenti una più corretta percezione della fisica, della sua ricchezza culturale e della sua potenza come strumento per il pensiero scientifico e tecnologico, anche al fine di sviluppare le vocazioni per gli studi scientifici e per la fisica in particolare;
- offrire opportunità di autovalutazione e consolidamento delle competenze fisiche di base a coloro che intendono iscriversi a Corsi di Laurea scientifici;
- rimediare ai problemi di inserimento all'università, in particolare dovuti a una limitata capacità di organizzazione autonoma dello studio;
- individuare stimoli idonei a fare emergere i talenti e offrire ai più motivati e capaci opportunità di coltivare i propri interessi;
- perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di fisica e la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di un più consapevole orientamento preuniversitario, anche attraverso una migliore conoscenza delle competenze fisiche richieste nei Corsi di Laurea e nelle professioni, nonché delle diverse possibilità di lavoro che la fisica offre;
- realizzare materiali e strumenti didattici utilizzabili su scala nazionale per le finalità precedentemente indicate;
- progettare, sperimentare e diffondere modelli innovativi di azioni congiunte di Università, Scuola e Imprese per l'orientamento preuniversitario e per la formazione degli insegnanti.

2 • OBIETTIVI SPECIFICI

In particolare sono stati individuati i seguenti obiettivi, classificati a seconda dei destinatari.

a) Orientamento formativo degli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori

Sono stati organizzati corsi/laboratori per incontrare la fisica in un modo interessante e piacevole; per conoscere come la fisica ci aiuta a capire il mondo e a governare la tecnica; per apprezzare la fisica come elemento costitutivo della nostra cultura.

Sono state definite metodologie didattiche atte all'acquisizione da parte degli studenti dei contenuti disciplinari, ritenuti prerequisiti indispensabili per lo studio universitario, della metodologia di studio, della componente comunicativa, delle abilità sperimentali, degli adeguati strumenti matematici, informatici e anche linguistici.

Sono state stimulate attività di gruppo per capire come si impara, per conoscere cosa si sa e cosa si dovrebbe sapere, per imparare meglio la fisica che serve negli studi universitari.

Sono state attivate opportune iniziative per chi vuole penetrare più a fondo nell'universo della fisica, delle scienze e delle tecnologie.

Alle attività hanno partecipato sistematicamente docenti universitari e insegnanti della scuola. Gli insegnanti hanno contribuito in modo determinante alla realizzazione dei lavori e contemporaneamente hanno sviluppato competenze disciplinari e didattiche da trasferire nel lavoro quotidiano in classe.

b) Sviluppo di materiali e strumenti per la comunicazione e la didattica della fisica

Individuazione di argomenti significativi, collegati con le scienze e le tecnologie e con *i mille mestieri del fisico*. Progettazione e realizzazione di strumenti e materiali di lavoro idonei a fare acquisire a studenti e insegnanti gli elementi essenziali di tali tematiche.

Progettazione e realizzazione di materiali di lavoro per gli studenti: test, problemi, situazioni di apprendimento, che siano utili al fine di autovalutare le conoscenze e le competenze fisiche. Progettazione e realizzazione di risorse *on-line* per lo studio individuale autonomo di argomenti fondamentali di fisica, con particolare riferimento a ciò che è necessario conoscere per gli studi universitari e per comprendere le altre discipline scientifiche e tecnologiche.

Messa a punto di proposte didattiche per l'insegnamento della fisica nella scuola superiore, mirate a fare acquisire le tecniche necessarie e anche una

Alle attività hanno partecipato sistematicamente docenti universitari e insegnanti della scuola. Gli insegnanti hanno contribuito in modo determinante alla realizzazione dei lavori e hanno sviluppato competenze disciplinari

percezione corretta della fisica, del suo valore culturale e del suo ruolo per le applicazioni.

Sono state sviluppate opportune collaborazioni interuniversitarie e con enti e musei, per valorizzare, diffondere e sviluppare ulteriormente i materiali esistenti.

c) Formazione e aggiornamento professionale degli insegnanti in servizio

Si è proceduto alla costituzione di gruppi e progetti decentrati per la formazione e il perfezionamento professionale degli insegnanti, che hanno visto la collaborazione sistematica delle Università con gli Istituti scolastici e con gli Enti regionali interessati, al fine di diffondere su larga scala le attività.

Nelle attività di formazione degli insegnanti questi sono stati coinvolti attivamente, in gruppi di lavoro comprendenti sia docenti universitari sia insegnanti esperti, accompagnati da opportuni momenti di formazione teorica.

La formazione degli insegnanti è stata perseguita anche attraverso il loro coinvolgimento sistematico nelle attività di produzione di materiali e strumenti per la comunicazione e la didattica, nella realizzazione delle iniziative per la sperimentazione e nella messa a punto dei laboratori per gli studenti.

In questo ambito si colloca in particolare il progetto coordinato dalla sede di Udine e che coinvolge più sedi in tutto il territorio nazionale, che ha visto l'avvio di un master telematico per la formazione degli insegnanti in servizio.

3 • LINEE DI AZIONE

Per il raggiungimento degli obiettivi suddetti, ogni **progetto locale** ha promosso una o più delle seguenti linee di azione.

Linea di azione n. 1:

Laboratori di fisica per gli studenti e gli insegnanti delle scuole superiori

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

- progettare, sperimentare e realizzare laboratori di fisica per gli studenti delle scuole superiori, in particolare degli ultimi tre anni;
- realizzare nuovi materiali, oppure raccogliere e adattare materiali esistenti, per la comunicazione e la didattica della fisica, da utilizzare nei laboratori stessi;
- formare insegnanti delle scuole e metterli in grado di svolgere autonomamente i laboratori e altre attività analoghe, anche nella didattica quotidiana;
- sviluppare le relazioni fra Scuole, Università, Imprese ed Enti di ricerca.

Alla base di questa linea di azione sta l'attuale scarsa valenza didattica dei laboratori (quando esistono), intesi da una parte come «osservatori», senza par-

In questo ambito si colloca in particolare il progetto coordinato dalla sede di Udine e che coinvolge più sedi in tutto il territorio nazionale, che ha visto l'avvio di un master telematico per la formazione degli insegnanti in servizio

tecipazione attiva dello studente, dall'altra come sequenza rigida di azioni preconfezionate da eseguire al solo scopo di acquisire abilità manuali.

Le attività proposte nei laboratori hanno riguardato temi significativi di fisica, anche nei loro collegamenti con le altre scienze, con le tecnologie, con il mondo del lavoro e delle professioni e più in generale con il mondo e con la storia dell'uomo.

Ogni iniziativa ha visto una collaborazione stretta fra docenti universitari e insegnanti della scuola.

I laboratori sono stati realizzati secondo diverse modalità e su diverse tematiche, a seconda delle situazioni locali, delle esigenze e delle risorse umane e strutturali disponibili, per esempio:

- *laboratori semi-intensivi*, presso sedi universitarie, con partecipazione volontaria *extra curriculum* scolastico;
- *laboratori decentrati*, presso poli scolastici, prevalentemente inseriti nel curriculum scolastico;
- *laboratori virtuali*, con materiale *on-line*.

Ciascuna iniziativa si è sviluppata in linea di massima secondo le seguenti fasi:

- fase di progettazione, nella quale si formava un gruppo comprendente docenti universitari, docenti della scuola superiore, altri esperti, assistenti tecnici, studenti universitari, con lo scopo di individuare i temi e le modalità dei laboratori, la preparazione dei materiali;
- fase di sperimentazione, nella quale si realizzavano i laboratori, si documentava il lavoro e si valutavano i risultati;
- fase di diffusione, nella quale gli insegnanti precedentemente formati realizzavano altri laboratori e coinvolgevano ulteriori insegnanti e studenti.

Linea di azione n. 2:

Autovalutazione e consolidamento delle competenze fisiche di base

Al fine di individuare e definire i prerequisiti iniziali, necessari per un accesso non traumatico ai corsi di laurea scientifici, in particolare a Fisica, tale azione ha visto:

- a) la preparazione di materiale didattico (a stampa, su supporto informatico, multimediale);
- b) lo studio di metodologie didattiche appropriate per un duraturo apprendimento dei contenuti dei corsi;
- c) l'individuazione di procedure di valutazione e di autovalutazione del profitto degli studenti, al fine di una consapevole scelta universitaria.

Linea di azione n. 3: Valorizzare i talenti

Al fine di fare emergere e valorizzare studenti particolarmente motivati e brillanti e con spiccate predisposizioni scientifiche è stata attivata una linea di azione intesa a sviluppare tali capacità. Le iniziative consistevano prevalentemente nel dare a questi giovani l'opportunità di vivere esperienze particolarmente eccitanti, quali la partecipazione ad attività di ricerca attraverso soggiorni premio o laboratori residenziali presso Enti di ricerca, Università, Imprese o la partecipazione a corsi su tematiche di ricerca avanzata.

Linea di azione n. 4: Promozione della fisica

Tale linea di azione, rivolta prevalentemente a studenti e insegnanti delle Scuole, ha visto la partecipazione di un vasto pubblico che ha avuto l'opportunità di migliorare la propria percezione della fisica, della sua valenza come strumento culturale oltre che scientifico e tecnologico. Nelle varie sedi sono state organizzate diverse interessanti iniziative: conferenze/seminari su tematiche attuali di ricerca in fisica e sulle professioni del fisico; divulgazione scientifica, in particolare della fisica, attraverso, per esempio, la produzione di filmati, documentari, spettacoli teatrali, rassegne cinematografiche, mostre, allestimenti museali, con la partecipazione attiva degli studenti; visite o stage di studenti di scuole secondarie presso aziende.

Il Progetto nazionale «Lauree Scientifiche»-*Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica* si articola in 32 sottoprogetti locali attivati presso altrettante sedi universitarie e un progetto trasversale nazionale

4 • STRATEGIA ATTUATIVA

Il Progetto nazionale «Lauree Scientifiche»-*Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica* si articola in 32 **sottoprogetti locali** attivati presso altrettante sedi universitarie e un progetto trasversale nazionale, sotto la responsabilità del coordinatore nazionale, presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania.

Maggiori informazioni e dettagli possono trovarsi nel sito: www.laureescientifiche-fisica.org.

Nei sottoprogetti locali sono concentrate le azioni che riguardano gli obiettivi:

- Fornire agli studenti della scuola media superiore un'informazione chiara e stimolante sulla fisica e sul mestiere del fisico.
- Avvicinare gli studenti alle attività sperimentali di laboratorio nei vari ambiti della fisica, mediante la partecipazione a semplici sperimentazioni guidate presso laboratori universitari opportunamente attrezzati, con la collaborazione dei loro insegnanti. Promuovere il trasferimento di queste esperienze nei laboratori delle scuole.

- Far percepire il «laboratorio» come luogo e metodo di apprendimento, strumento didattico per l'acquisizione di competenze e per l'autovalutazione.
- Incentivare, presso gli studenti, l'attitudine a una riflessione critica sui fenomeni fisici e sulle loro applicazioni tecnologiche.
- Perfezionare le conoscenze disciplinari e interdisciplinari degli insegnanti di fisica (non sempre laureati in Fisica) della scuola secondaria superiore, e migliorare la loro capacità di interessare e motivare gli allievi nel processo di orientamento preuniversitario.

Allo scopo di raggiungere i suddetti obiettivi, nelle diverse sedi sono state attuate tutte o alcune delle quattro linee d'azione, di cui al paragrafo precedente, rivolte a orientamento studenti e formazione insegnanti.

La strategia generale assunta dal progetto per ottenere gli obiettivi sopra indicati consiste nell'aver dato la massima autonomia ai sottoprogetti locali nella scelta di contenuti, tempi e modalità organizzative, per consentire a ciascuna sede di tenere conto delle situazioni locali, mantenendo tuttavia alcuni **principi comuni**:

- i progetti locali devono prioritariamente realizzare azioni nelle quali gli studenti siano coinvolti in **un percorso attivo e significativo** in particolare attraverso i «**laboratori di fisica**»;
- le attività devono essere non soltanto **realizzate**, ma anche **progettate** e **valutate congiuntamente** da docenti della scuola e dell'università, possibilmente anche insieme a esperti delle associazioni industriali e delle imprese;
- la formazione degli insegnanti si attua in modo prioritario in queste azioni sul campo e/o si formalizza anche attraverso corsi di perfezionamento, con il coinvolgimento attivo degli stessi.

5 • CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ATTIVITÀ REALIZZATE

5.1 • I progetti locali

I 32 progetti locali sono distribuiti in quasi tutte le Regioni e in quasi tutte le sedi universitarie in cui è attivato un Corso di Laurea in «Fisica» (vedi Tabella p. 196). I progetti locali hanno recepito le indicazioni nazionali e hanno proceduto in una propria autonoma programmazione all'interno di tali indicazioni.

Il Progetto ha sicuramente caratteristiche innovative per quanto riguarda i contenuti e le modalità di lavoro con studenti e insegnanti, il tipo di rapporti fra i soggetti, l'organizzazione, il livello di documentazione e valutazione. Tuttavia, proprio per la sua complessità, il Progetto, coinvolgendo una molteplicità di attori con il compito di coordinarsi a livello decisionale, ha risentito di un notevole impegno per trovare modi efficienti di raccordo fra i referenti locali

La strategia generale assunta dal progetto per ottenere gli obiettivi sopra indicati consiste nell'aver dato la massima autonomia ai sottoprogetti locali nella scelta di contenuti, tempi e modalità organizzative

universitari, i rappresentanti locali delle Associazioni industriali, gli Uffici Scolastici regionali, per stabilire con essi un adeguato rapporto al fine di realizzare efficacemente le attività.

Informazioni più dettagliate sui progetti locali si trovano nel sito: www.requs.it/lauree_scientifiche/report_public.asp, da cui possono scaricarsi le sintesi delle attività dei progetti locali.

Le attività dei progetti locali

Per quanto riguarda le attività, tutte le sedi si sono impegnate prioritariamente sulla Linea di azione 1 *laboratori per studenti e insegnanti*. Questi laboratori sono stati concepiti e attuati principalmente come laboratori in cui gli studenti in parte assistono a dimostrazioni, in parte eseguono personalmente semplici sperimentazioni su tematiche di fisica, in base a un programma concordato precedentemente da docenti universitari e insegnanti, e illustrato agli studenti anche mediante la distribuzione di materiale didattico appositamente preparato. A conclusione dei laboratori, in molte sedi è stato chiesto agli studenti di produrre un elaborato che illustrasse l'attività svolta.

In alcune sedi sono stati realizzati laboratori residenziali organizzati in stage di studenti presso enti di ricerca, in generale realizzati subito dopo la conclusione dell'anno scolastico e con la partecipazione di un numero più limitato di ragazzi, selezionati a cura degli insegnanti, tra i più motivati.

L'attività che ha maggiormente impegnato le sedi è stata quella relativa ai «Laboratori studenti» e ai «Laboratori per studenti e insegnanti», che hanno visto il coinvolgimento attivo dei partecipanti, a conferma del principale obiettivo del progetto.

La strumentazione prevalentemente utilizzata era costituita da personal computer, strumenti scientifici (spesso sono stati messi a disposizione laboratori di ricerca, ma anche la strumentazione dei laboratori didattici è classificata come strumentazione scientifica) e strumenti multimediali (video, presentazioni).

Le attività si sono svolte nella maggior parte dei casi presso i laboratori dei Dipartimenti universitari di Fisica e qualche volta presso le scuole.

In molte sedi si è proceduto a verificare quanto è stato efficace l'intervento presso gli studenti, chiedendo loro di produrre un elaborato (spesso si è trattato di presentazioni e/o poster, che lo stesso studente, o gruppo di studenti, hanno presentato in occasione di un incontro conclusivo delle attività) in cui veniva descritta l'esperienza condotta in laboratorio. Una valutazione positiva è stata spesso accompagnata da premi, in qualche sede sono stati anche riconosciuti 1-2 CFU.

Si discosta dalle modalità di attuazione dei progetti locali ma ne condivide pienamente gli obiettivi, il progetto della sede di Udine che ha attivato un Master a distanza per docenti delle scuole superiori. Questo Master si sviluppa tipicamente attraverso strumenti informatici ed e-learning con lo scopo di formare

L'attività che ha maggiormente impegnato le sedi è stata quella relativa ai «Laboratori studenti» e ai «Laboratori per studenti e insegnanti», che hanno visto il coinvolgimento attivo dei partecipanti, a conferma del principale obiettivo del progetto

insegnanti esperti in didattica della fisica moderna attraverso attività sperimentali sugli esperimenti cruciali e sulle principali applicazioni della fisica quantistica e relativistica. I risultati attesi sono relativi alla formazione di ulteriori insegnanti sull'innovazione didattica in fisica nella scuola secondaria e la progettazione e realizzazione di materiali ed attività per l'orientamento formativo in fisica.

5.2 • Le azioni trasversali del Progetto nazionale

Il Progetto trasversale-nazionale ha visto la realizzazione di alcune attività trasversali:

- 5.2a *Coordinamento.*
- 5.2b *Diffusione di materiali e metodologie didattiche e di comunicazione della fisica.*
- 5.2c *Analisi di contesto su «Come i giovani percepiscono la fisica».*
- 5.2d *Indagine su «Professione fisico».*
- 5.2e *Analisi sull'esito del concorso alle borse di studio PLS-Fisica.*

5.2.a Coordinamento

L'azione di coordinamento ha avuto la funzione principale di raccordo con il Gruppo nazionale di coordinamento del PLS, con il Comitato Tecnico Scientifico nominato dal MIUR e con gli altri responsabili nazionali dei progetti delle altre aree. Con questi ultimi sono stati mantenuti costanti contatti in presenza, via e-mail e via video o teleconferenze. Attraverso il coordinamento nazionale si sono stabiliti rapporti di collaborazione con associazioni scientifiche (Società Italiana di Fisica) e di insegnanti (Associazione Insegnanti Fisica) e con Enti di ricerca che hanno condiviso e supportato le iniziative (INAF, INFN, INFN-CNR).

Il coordinamento è iniziato molti mesi prima dell'inizio ufficiale del Progetto. Sono stati necessari infatti diversi incontri del Gruppo nazionale di coordinamento (con i coordinatori nazionali dei Progetti OFI delle altre aree) per concordare strategie e obiettivi e molte riunioni dei referenti locali per condividere le linee di azione e gli obiettivi comuni, in riferimento ai quali poter gestire i progetti locali in piena autonomia nella scelta delle modalità attuative. Un coordinamento continuo anche via e-mail è stato necessario per la compilazione dei modelli B e del modello A, fino alla presentazione del Progetto nazionale il 30 giugno 2005.

Dopo l'approvazione del Progetto, l'azione di coordinamento ha operato per mantenere l'unitarietà del Progetto OFI-Fisica, favorendo lo sviluppo delle azioni locali in autonomia pur mantenendo obiettivi e principi comuni. Gran parte dell'attività di coordinamento soprattutto nel primo anno è stata dedi-

Un coordinamento continuo anche via e-mail è stato necessario per la compilazione dei modelli B e del modello A, fino alla presentazione del Progetto nazionale il 30 giugno 2005

cata a definire un sistema per il monitoraggio del Progetto, in collaborazione con i coordinatori nazionali degli altri progetti e con il Polo per la Qualità nella Scuola di Milano, che ha realizzato un sistema di immissione *on-line* dei dati inerenti le attività realizzate nelle varie sedi. Questo sistema permette di avere in modo ordinato molte informazioni sui progetti locali, altrimenti difficilmente reperibili, nonché un archivio storico delle attività e dei risultati ottenuti. È stato possibile in tal modo monitorare costantemente lo stato di avanzamento delle attività dei singoli progetti locali, anche allo scopo di un confronto fra le diverse metodologie adottate localmente per metterne in evidenza la diversa efficacia.

Organizzazione convegni e meeting

In particolare, nei due anni di attività sono stati organizzati:

- nel 2005 incontri fra i referenti dei progetti locali OFI-Fisica, al fine di mettere a punto le diverse procedure e modalità operative per avviare il progetto;
- nel 2006 diversi incontri nazionali fra i referenti locali per un confronto fra le iniziative avviate nel 1° anno nelle diverse sedi e fra i coordinatori dei progetti nazionali delle quattro discipline di interesse del PLS;
- a settembre 2006, in occasione del Congresso nazionale della Società Italiana di Fisica (Torino 18-23/09/06), per la Sezione «Didattica della Fisica» del Congresso, è stato dedicato un giorno a presentazioni (su invito e comunicazioni) sulle iniziative relative al PLS;
- il 12 luglio 2007, a conclusione delle attività del 2° anno, è stato organizzato a Catania un meeting nazionale PLS-Fisica, in cui i referenti dei progetti locali hanno presentato le attività di sede mettendo in evidenza in particolare le attività più efficaci, quelle che hanno riscosso maggior successo presso insegnanti e studenti delle scuole superiori;
- a settembre 2007, in occasione del Congresso nazionale della Società Italiana di Fisica (Pisa 24-29/09/07), nella Sezione «Didattica della Fisica» del Congresso sono state presentate in relazioni su invito e comunicazioni alcune iniziative relative al PLS;
- a ottobre 2007, in occasione del convegno «Comunicare Fisica2007», organizzato dall'INFN, una sessione è stata dedicata al Progetto «Lauree Scientifiche».

Le varie relazioni delle attività PLS presentate a congressi sono pubblicate negli atti dei convegni stessi.

Le relazioni presentate nei meeting PLS sono inserite nel sito: www.lauree-scientifiche-fisica.org.

5.2b Diffusione di materiali e metodologie didattiche e di comunicazione della fisica

Questa azione intende contribuire alla diffusione sul territorio nazionale di vari materiali progettati e utilizzati localmente, di modelli didattici innova-

Il 12 luglio 2007, a conclusione delle attività del 2° anno, è stato organizzato a Catania un meeting nazionale PLS-Fisica, in cui i referenti dei progetti locali hanno presentato le attività di sede

tivi sperimentati in alcune sedi, le cui esperienze possono essere trasferite e adattate in diversi contesti. È stato realizzato un sito del progetto, in cui vengono via via inseriti i vari documenti: www.laureescientifiche-fisica.org. Esso consente uno scambio di riflessioni e di esperienze, per un'analisi critica delle diverse metodologie didattiche e di comunicazione attivate nelle varie sedi.

5.2c Analisi di contesto: «Come i giovani percepiscono la fisica»

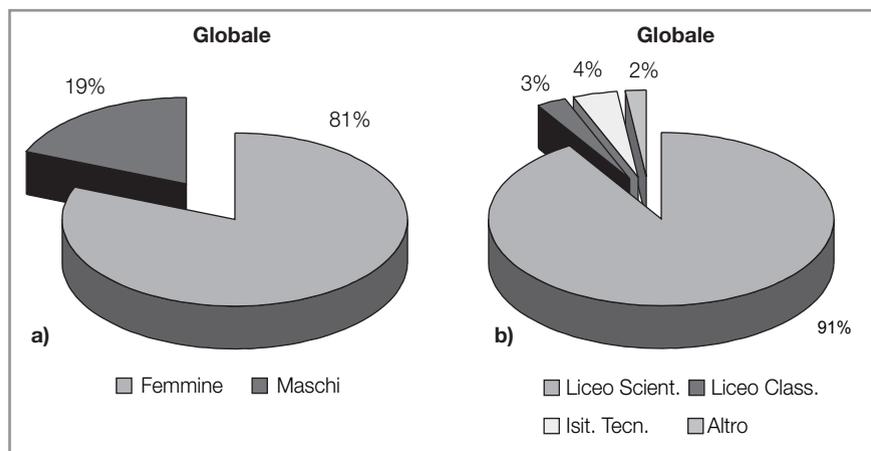
Per affrontare il problema delle crisi vocazionali verso le materie scientifiche e la fisica in particolare, è stata preliminarmente condotta un'indagine accurata sulle possibili motivazioni che hanno determinato e continuano a determinare il calo di interesse giovanile verso il sapere scientifico.

Allo scopo è stata condotta un'indagine su campioni di studenti opportunamente selezionati fra quelli comunque predisposti verso le materie scientifiche, per individuare i possibili modi per un'orientamento efficace.

Sono stati sottoposti dei questionari agli studenti partecipanti alle prove regionali delle Olimpiadi di Fisica (10/02/06 e 09/02/2007).

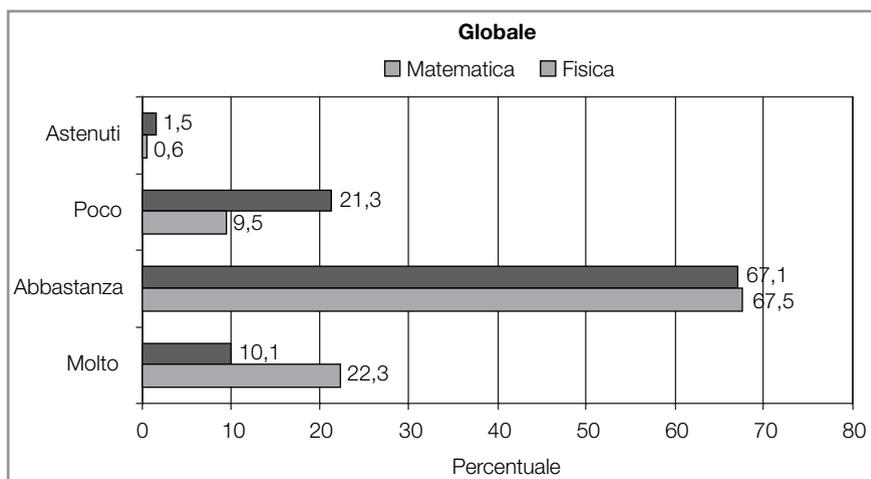
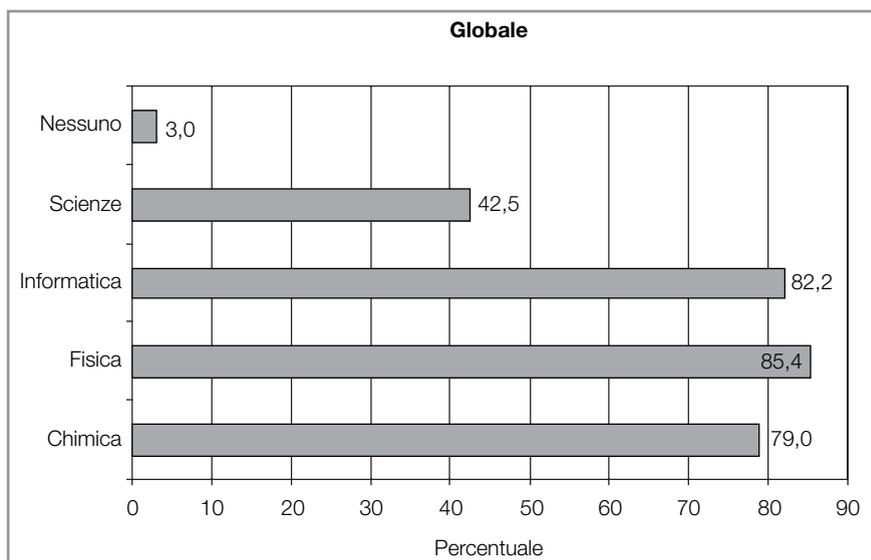
Sono stati analizzati circa 2000 questionari da 30 poli. Le sedi che hanno partecipato sono abbastanza omogeneamente distribuite sul territorio nazionale. I partecipanti sono prevalentemente ragazzi (81%) e provenienti dal Liceo Scientifico (91%) (Figura 5.1).

▼ **Figura 5.1** • a) Differenza di genere dei partecipanti e b) provenienza scolastica



Alcune domande del questionario danno indicazioni sulla propria preparazione in matematica e fisica e sul contesto scolastico (dotazioni di laboratori) in cui questi studenti sono inseriti (Figure 5.2 e 5.3).

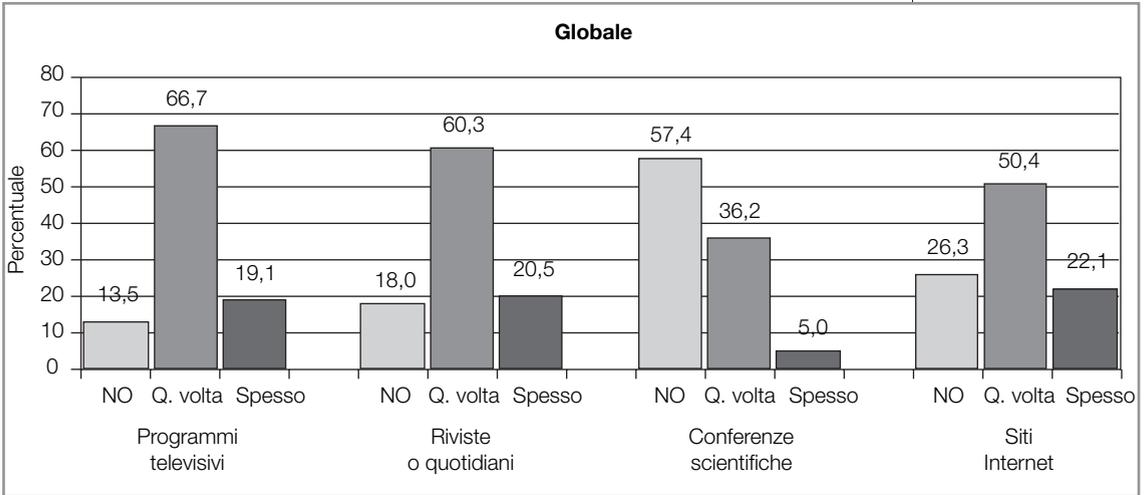
È stata condotta un'indagine su campioni di studenti opportunamente selezionati fra quelli comunque predisposti verso le materie scientifiche, per individuare i possibili modi per un orientamento efficace

▼ **Figura 5.2** • Preparazione in fisica e matematica▼ **Figura 5.3** • Dotazioni di laboratori nelle scuole

Le risposte su come i ragazzi si interessano alle questioni scientifiche sembrano mostrare che i ragazzi si interessano prevalentemente a livello personale a questi temi

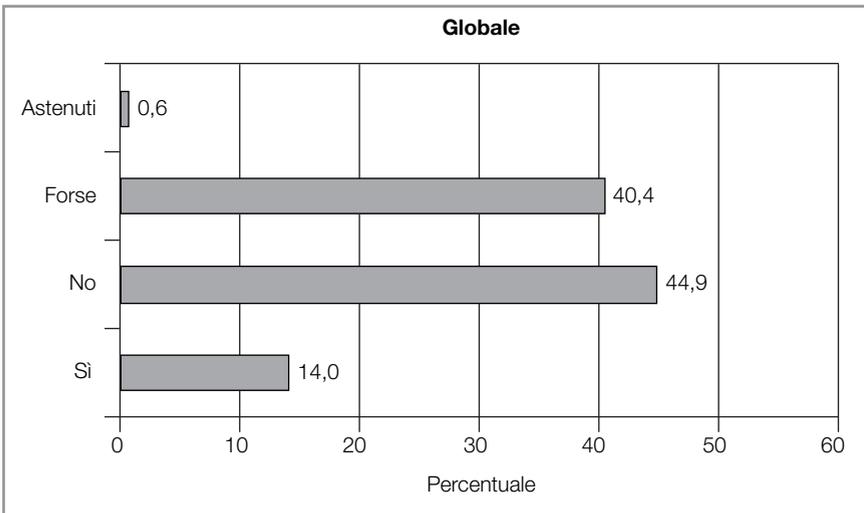
Inoltre le risposte al quesito su come i ragazzi si interessano alle questioni scientifiche (Figura 5.4) sembrano mostrare che i ragazzi si interessano prevalentemente a livello personale a questi temi attraverso la scelta di programmi televisivi o siti Internet o la lettura di riviste scientifico-divulgative. Il canale delle conferenze scientifiche non sembra riscuotere molto successo, ma questo potrebbe essere dovuto a una mancanza di coinvolgimento da parte dei propri insegnanti.

▼ **Figura 5.4** • «Ti capita di interessarti a questioni scientifiche attraverso...»

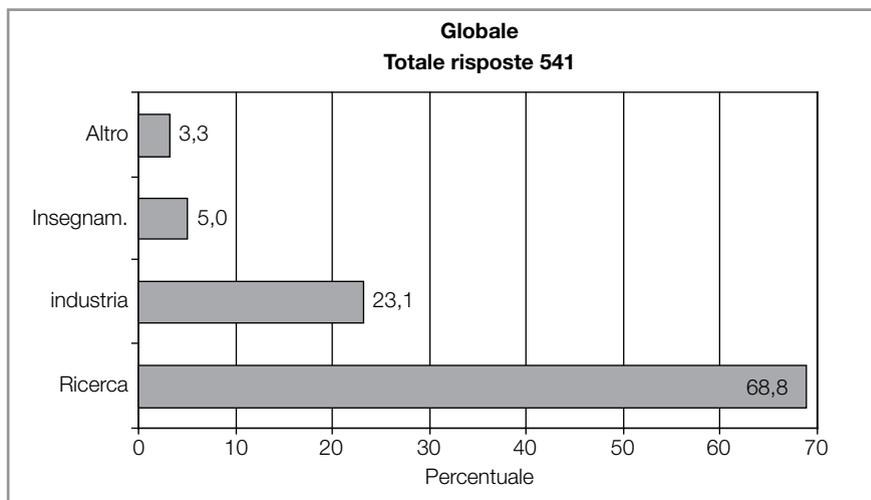


Se andiamo a considerare le risposte relative alla scelta del percorso universitario (Figura 5.5), si registra una propensione per l'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica uniformemente bassa (indipendentemente dalla provenienza geografica). Su un campione di studenti che dovrebbero essere particolarmente motivati verso le discipline scientifiche e che hanno sicuramente delle ottime conoscenze della disciplina, rispondono, nel 45% dei casi (la percentuale più alta di risposte negative si registra al Sud-Isole) con un «no» senza dubbi alla possibilità di iscrizione a un CdL in Fisica e con solo il 14% di risposte affer-

▼ **Figura 5.5** • «Pensi di iscriverti a Fisica?»



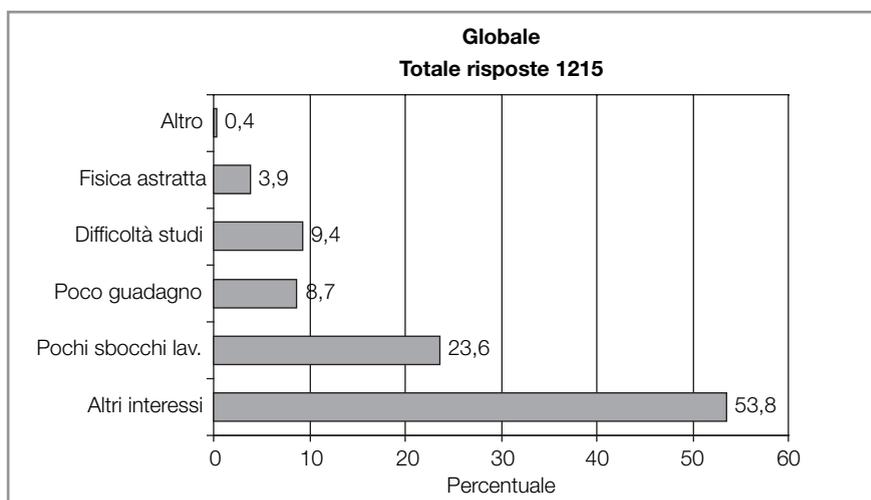
Si registra una propensione per l'iscrizione al Corso di Laurea in Fisica uniformemente bassa (indipendente dalla provenienza geografica)

▼ **Figura 5.6** • «Se Sì, quali sono le tue aspettative lavorative?»

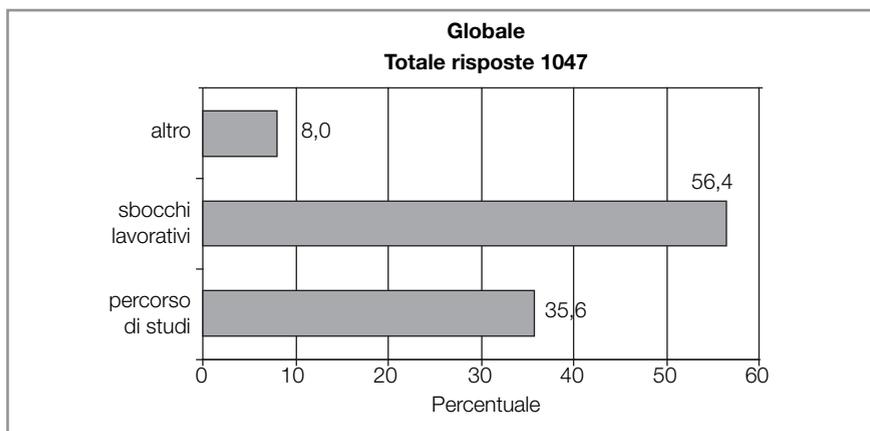
mative. Il restante 40% è ancora incerto nella scelta, ma se non si superano i dubbi espressi nelle risposte relative alla scelta universitaria, potrebbe optare per un altro CdL, sempre in ambito scientifico-tecnologico, che sembra avere più chiari sbocchi lavorativi.

I pochi ragazzi intenzionati a iscriversi a Fisica sono spinti (Figura 5.6) per due terzi dal desiderio di fare della ricerca il loro lavoro, mentre sono poco attratti dall'insegnamento, in misura del 5%. Uno sbocco in ambito industriale è ancora troppo poco percepito (23,1%) e prevalentemente nelle sedi che hanno nel territorio un chiaro comparto industriale.

I pochi ragazzi intenzionati a iscriversi a Fisica sono spinti per due terzi dal desiderio di fare della ricerca il loro lavoro, mentre sono poco attratti dallo insegnamento

▼ **Figura 5.7** • «Se non pensi di iscriverti a Fisica o sei ancora indeciso, perché?»

▼ **Figura 5.8** • «Quali informazioni ti mancano per poter decidere per un CdL in Fisica?»



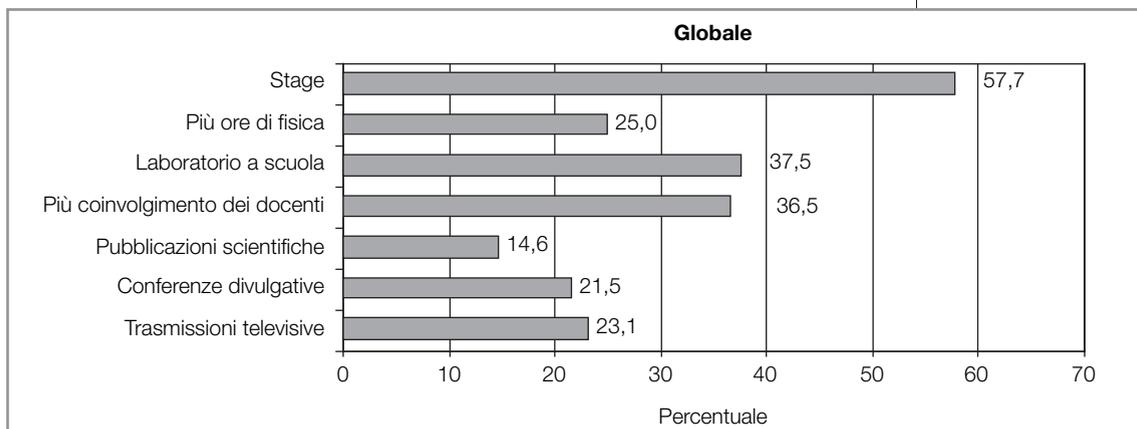
Interessanti inoltre le risposte alla domanda sui motivi per cui non viene scelto il Corso di Laurea in Fisica come percorso universitario (Figura 5.7). Anche se altri interessi culturali sembrano costituire la motivazione più forte, i timori espressi dagli studenti sono prevalentemente legati alla difficoltà di trovare lavoro, mentre poco peso hanno le motivazioni legate alla difficoltà degli studi e a ritenere la fisica troppo astratta.

Riguardo le informazioni che gli studenti vorrebbero avere sui corsi di laurea scientifici (Figura 5.8), la curiosità è centrata più sulle prospettive lavorative che sulla organizzazione didattica: i giovani sono cioè più desiderosi di conoscere le possibilità di lavoro dopo la laurea.

Infine, le risposte alla domanda su come potrebbero essere incentivate le iscrizioni a Fisica sono forse le più utili per aiutarci a comprendere da dove nasca la disaffezione degli studenti delle scuole superiori per le materie scientifiche,

I timori espressi dagli studenti sono prevalentemente legati alla difficoltà di trovare lavoro, mentre poco peso hanno le motivazioni legate alla difficoltà degli studi

▼ **Figura 5.9** • «Come credi che potrebbero essere incentivate le iscrizioni a Fisica?»



in particolare per la Fisica. Dalla Figura 5.9, il desiderio più sentito sembra essere quello di un insegnamento della disciplina che curi di più l'aspetto pratico con un maggior coinvolgimento in attività di laboratorio. Grande curiosità e interesse desta il mondo della ricerca visto che una grande percentuale di studenti opta per una conoscenza diretta, attraverso gli stage, delle attività di ricerca. Scarso successo riscuotono invece le tradizionali forme di divulgazione attraverso conferenze, trasmissioni televisive o pubblicazioni.

I dati sembrano quindi confermare che per un efficace orientamento formativo, più che informativo, le azioni messe in atto nel Progetto «Lauree Scientifiche» sembrano essere quelle più opportune.

Il documento completo su questa indagine sarà presto pubblicato.

5.2d Indagine su «Professione Fisico»

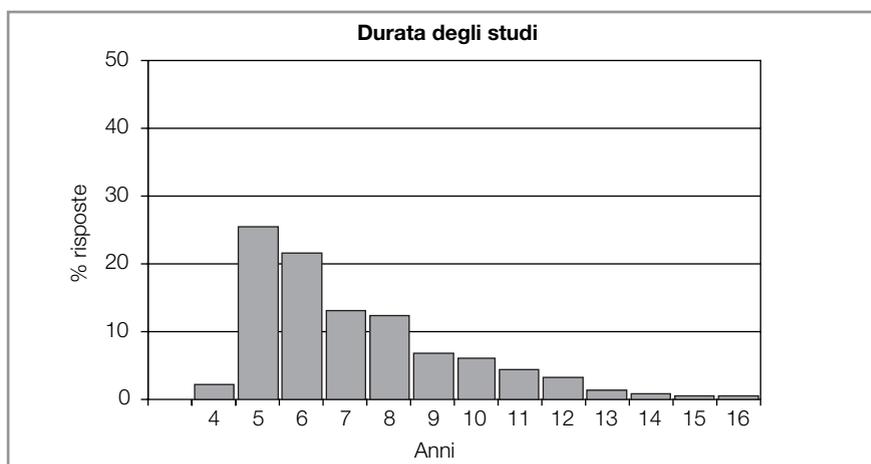
Con la collaborazione dei referenti locali dei due progetti PLS di Fisica OFI e «Formazione triennale, stage e postlaurea-Fisica» è stata avviata sul territorio nazionale un'indagine sulla situazione occupazionale dei laureati in Fisica degli ultimi dieci anni. L'analisi dei dati, che è attualmente in corso, potrà dare una risposta concreta e realistica alla domanda più ricorrente degli studenti.

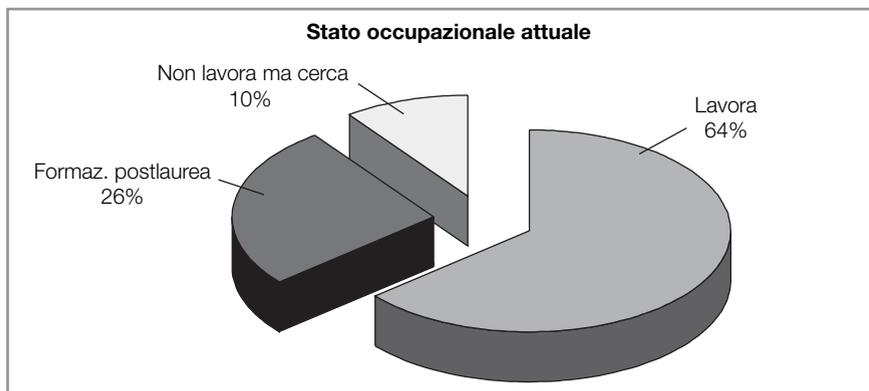
È stato richiesto ai laureati dal 1996 di compilare un questionario *on-line* o via *e-mail* relativo al proprio impiego e di dare dei suggerimenti sul CdL frequentato.

L'indagine ha riguardato l'intero territorio nazionale. Sono pervenuti questionari da quasi tutte le sedi contattate (tutti gli atenei in cui sono attivati Corsi di Laurea in Fisica).

Si riportano i risultati parziali preliminari dell'indagine su un campione che rappresenta circa il 10% (poco più di 1100 questionari) del campione interpellato. In particolare, su un campione di 997 risposte la differenza di genere si attesta su 63% maschi e 37% donne.

È stata avviata sul territorio nazionale un'indagine sulla situazione occupazionale dei laureati in Fisica degli ultimi dieci anni. L'analisi dei dati potrà dare una risposta concreta e realistica alla domanda più ricorrente degli studenti

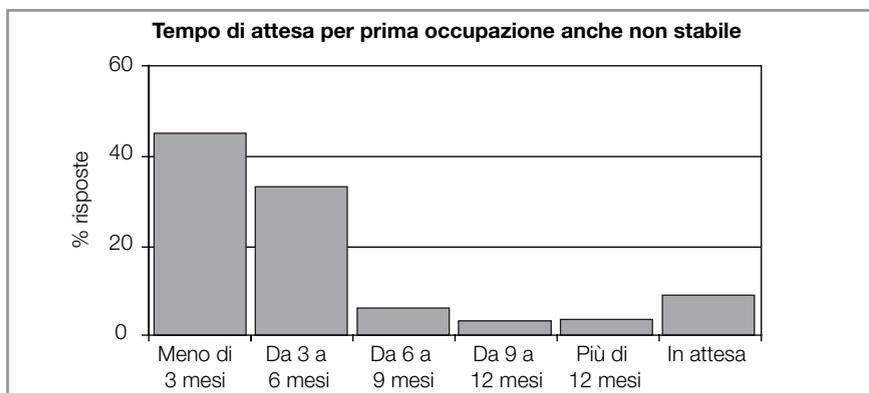




Considerando i laureati del Corso di Laurea quadriennale, relativamente alla durata degli studi circa il 50% degli intervistati ha conseguito la laurea in 5-6 anni, circa il 25% in 7-8 anni.

Al momento il 64% dei laureati che hanno risposto lavora, il 10% sta cercando lavoro, il restante 26% sta frequentando corsi postlaurea (specializzazione, dottorato, ...).

Chi attualmente lavora non ha dovuto attendere molto per la prima occupazione. Quasi l'80% degli intervistati che lavorano ha atteso meno di 6 mesi.

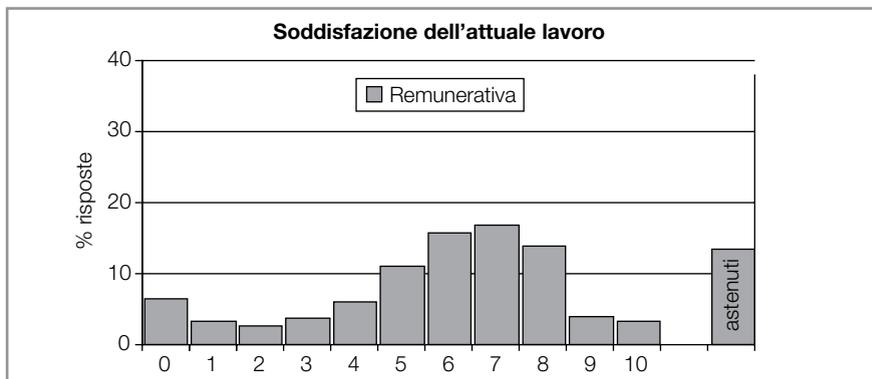
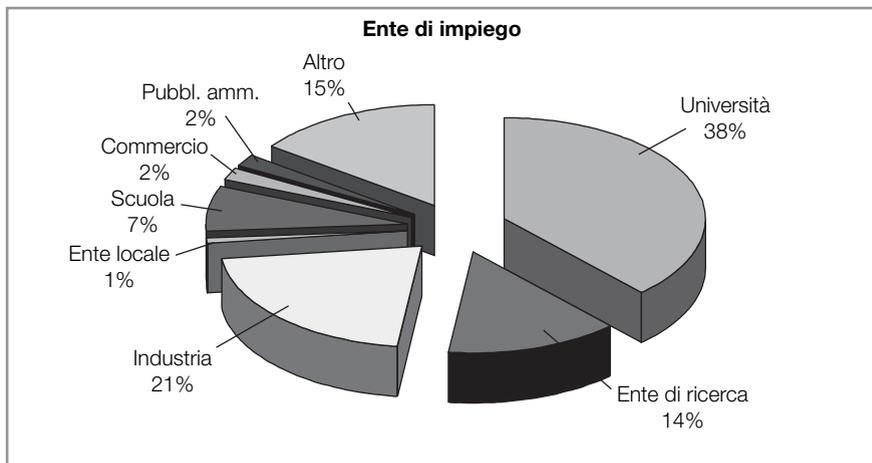


Fra chi lavora, il 56% sta facendo ricerca (il 32% in università e il 24% presso un ente di ricerca). Il 28% è impiegato in industria, il 12% insegna a scuola, il 3% è impiegato nel commercio e solo l'1% presso qualche ente locale.

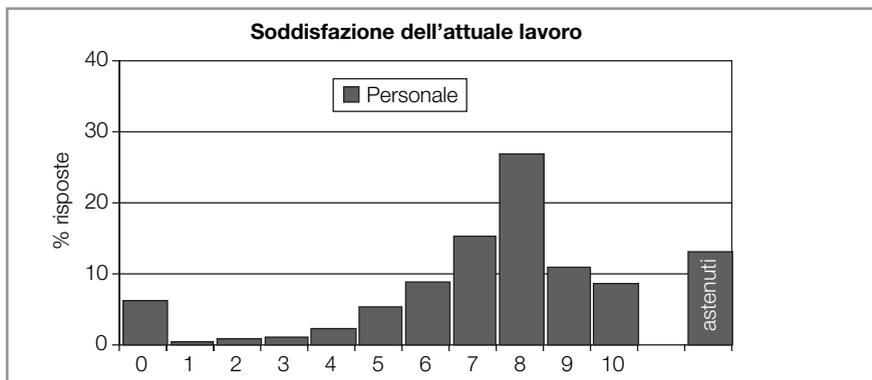
Alle domande sul grado di soddisfazione, i laureati in Fisica che stanno attualmente lavorando sono mediamente soddisfatti del lavoro che svolgono sia sotto il profilo personale sia di qualità del lavoro. Nelle figure la soddisfazione è espressa con una valutazione da 1 a 10.

Dal punto di vista remunerativo circa il 47% dei lavoratori esprime una soddisfazione fra la sufficienza e il buono (6-8).

Chi attualmente lavora non ha dovuto attendere molto per la prima occupazione. Quasi l'80% degli intervistati che lavorano ha atteso meno di 6 mesi

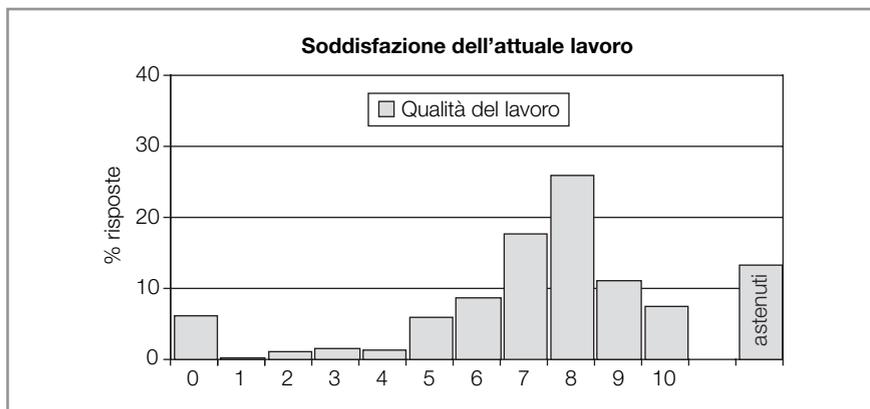


Maggiore è la soddisfazione dal punto di vista personale: il 53% esprime una valutazione alta, fra 7 e 9.



Molto apprezzata anche la qualità del lavoro. In una scala da 1 a 10, gli intervistati danno una valutazione fra 7 e 9 nel 55% dei casi.

Molto apprezzata anche la qualità del lavoro. In una scala da 1 a 10, gli intervistati danno una valutazione fra 7 e 9 nel 55% dei casi



Altre domande del questionario riguardano la pertinenza degli studi fatti con la tipologia di impiego e le competenze richieste nel lavoro che si svolge relativamente alle competenze acquisite nel curriculum universitario.

Al fine di mettere in evidenza eventuali particolari esperienze significative, ne è stata richiesta anche una breve descrizione, che potrà ulteriormente dettagliarsi con successivi contatti.

Il documento definitivo con l'analisi completa, differenziata per laureati prima e dopo la riforma, sarà presto pubblicato.

5.2e Analisi sull'esito del concorso alle borse di studio PLS-Fisica

Le 43 borse di studio promosse dal PLS per immatricolandi a Corsi di Laurea in Fisica sono state bandite grazie al supporto organizzativo della Società Italiana di Fisica (SIF) e grazie al cofinanziamento da parte dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e di alcune sedi universitarie, con il vincolo all'iscrizione alla sede cofinanziante.

La partecipazione al concorso per Fisica è stata piuttosto alta: su 498 domande pervenute alla sede della SIF, 452 sono stati i candidati che si sono presentati alle prove di selezione che si sono svolte contemporaneamente nelle varie sedi universitarie italiane il 7 settembre 2006. La prova di selezione, consistente in un questionario con 35 quesiti a risposta multipla, aveva come obiettivo di selezionare i migliori non solo sulla base delle conoscenze scientifiche, in particolare di fisica, ma anche sulla capacità di sviluppare un ragionamento scientifico. I 35 quesiti hanno riguardato prevalentemente argomenti di fisica, ma comprendevano anche argomenti di matematica, logica e cultura scientifica in generale e trattavano argomenti di norma svolti nella grande maggioranza degli Istituti di istruzione secondaria superiore. In particolare, i quesiti di fisica comprendevano i diversi temi della fisica usualmente affrontati nella Scuola media superiore: *Meccanica, Calorimetria e termodinamica, Eletticità e magnetismo, Ottica e onde.*

La prova di selezione, consistente in un questionario con 35 quesiti a risposta multipla, aveva come obiettivo di selezionare i migliori non solo sulla base delle conoscenze scientifiche, ma anche sulla capacità di sviluppare un ragionamento scientifico

L'analisi relativa all'andamento delle risposte al questionario ha permesso di individuare gli argomenti per i quali sono state riscontrate maggiori difficoltà da parte degli studenti

A conclusione delle procedure di assegnazione delle borse, è stata realizzata un'analisi per studiare il profilo dei circa 500 partecipanti al concorso di Fisica, attraverso la loro posizione in graduatoria e le risposte ai quesiti, anche in relazione alla loro provenienza geografica, al voto di diploma finale, alla tipologia di scuola superiore frequentata. Analisi più dettagliate sono state condotte in particolare sui campioni costituiti dagli idonei (i primi 179 studenti che hanno conseguito un punteggio maggiore o uguale al 75% del punteggio massimo conseguibile) e dai vincitori del concorso (i primi 43 studenti classificati). In tale analisi si è tenuto conto della graduatoria originaria, prima delle rinunce da parte di alcuni vincitori che hanno determinato lo scorrimento della graduatoria stessa.

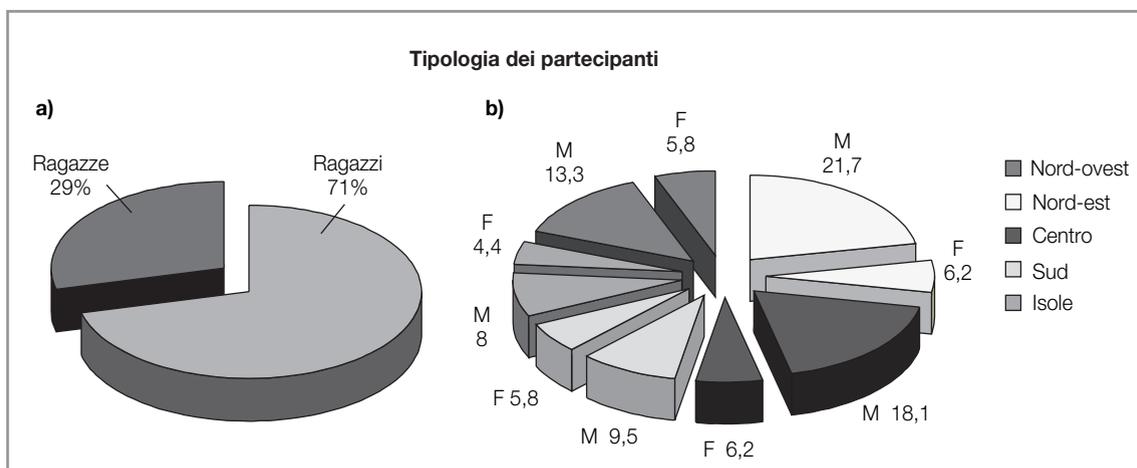
L'analisi relativa all'andamento delle risposte al questionario ha permesso di individuare gli argomenti per i quali sono state riscontrate maggiori difficoltà da parte degli studenti, anche se si tratta di un campione di studenti che rappresentano punte di eccellenza.

Si riportano alcuni dei risultati di un documento pubblicato sul «Giornale di Fisica», pubblicazione della Società Italiana di Fisica.

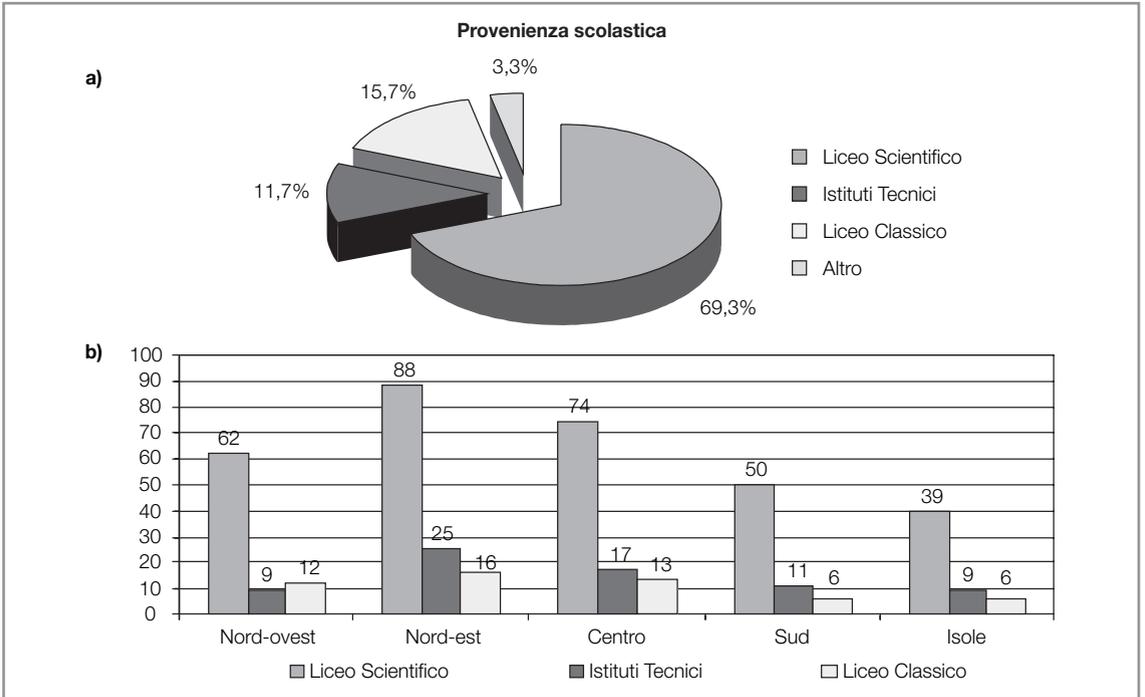
Tipologia dei concorrenti

Nelle Figure 5.10, 5.11 e 5.12 sono riassunti i dati relativi ai partecipanti al concorso, suddivisi per genere, secondo la provenienza geografica, la provenienza scolastica, il voto di diploma di maturità.

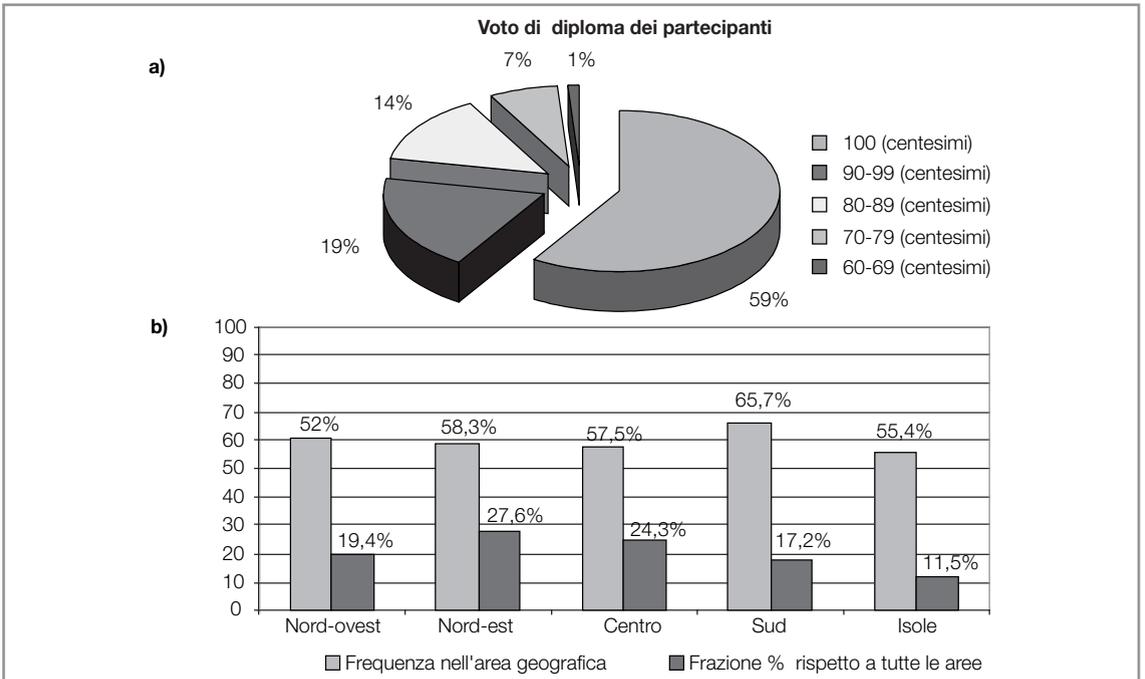
▼ **Figura 5.10** • Tipologia partecipanti: a) genere e b) provenienza geografica



▼ **Figura 5.11** • Provenienza scolastica a) su scala nazionale e b) per singola area geografica



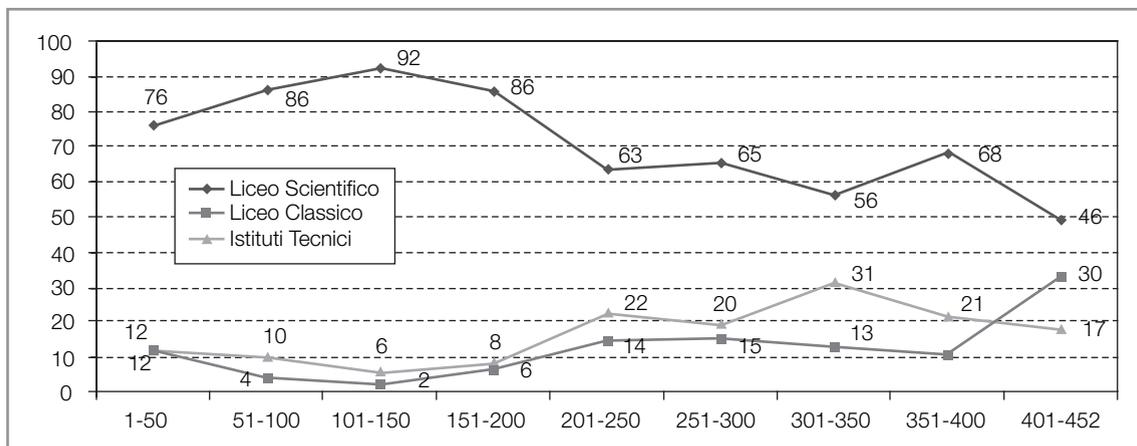
▼ **Figura 5.12** • a) Distribuzione dei voti di diploma; b) frequenza del voto 100 e frazione percentuale nelle diverse aree geografiche



Sono stati dichiarati idonei i concorrenti che hanno conseguito un punteggio di almeno il 75% del punteggio massimo conseguibile. Dei 452 partecipanti sono risultati idonei 179 concorrenti.

Come previsto dal bando, sono stati dichiarati vincitori i primi 43 in graduatoria.

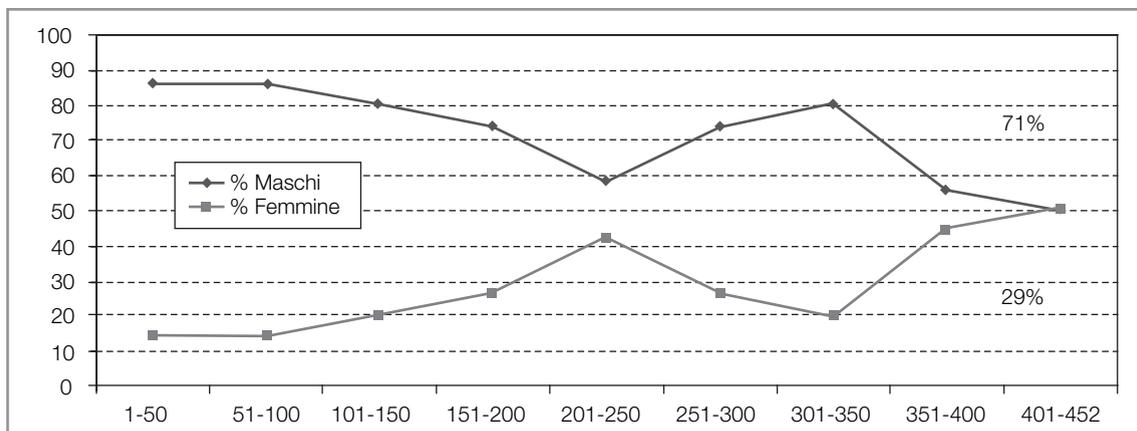
▼ **Figura 5.14** • Percentuale di studenti provenienti dai diversi Istituti secondo l'ordine in graduatoria



Suddividendo la graduatoria in intervalli di 50 studenti, per ciascuno di questi viene riportata in Figura 5.14 la percentuale di studenti secondo la scuola di provenienza.

Decisamente bassa, rispetto alla percentuale totale (29%) di ragazze partecipanti, la presenza di ragazze nella prima parte della graduatoria e via via crescente fino a un massimo del 50% in coda alla classifica (Figura 5.15).

▼ **Figura 5.15** • Partecipazione maschile e femminile secondo l'ordine in graduatoria



Interessanti sembrano essere i risultati relativi alla provenienza scolastica e geografica, che hanno messo in evidenza situazioni privilegiate: mediamente i migliori studenti provengono dal Nord e dal Liceo Scientifico, anche se, nel dettaglio di un'analisi incrociata, emergono i pochi studenti provenienti dal Sud e da scuole diverse dal Liceo Scientifico.

Considerando il gruppo dei 179 idonei, questi provengono da 27 delle 30 sedi universitarie del campione globale, con una prevalenza (44%) da Nord-est. Di essi 150 sono maschi (il 47% dei ragazzi partecipanti) e di questi 126 hanno frequentato il Liceo Scientifico e il 65% ha conseguito la maturità con 100. Le 29 ragazze classificate idonee costituiscono il 22% delle 131 ragazze partecipanti, rappresentando una fascia ristretta ma decisamente di qualità con una media di voto di diploma (99,4) più alta rispetto a quella dei ragazzi (96,2).

Il gruppo dei 43 vincitori è costituito da studenti provenienti da tutte le aree geografiche del territorio nazionale, con una percentuale del 56,8% dal Nord. I primi posti nella graduatoria sono appannaggio di ragazzi (37, corrispondenti all'11% dei ragazzi partecipanti) provenienti dal Liceo Scientifico (26) che in media hanno riportato 98,7 come voto agli esami di maturità. Sono solo 6 le ragazze nel gruppo dei vincitori (corrispondenti al 4% delle ragazze partecipanti) e tutte hanno conseguito il diploma di scuola superiore con 100.

Di particolare interesse inoltre quanto emerge, anche se attraverso un numero limitato di quesiti, relativamente alle competenze. I risultati vanno comunque interpretati con cautela, in quanto il campione analizzato è costituito da studenti eccellenti. Solo tre i quesiti a cui non ha saputo rispondere più del 50% dei candidati, a conferma che il campione analizzato è costituito da studenti in generale ben preparati.

Saranno i dati di prossime auspicabili edizioni di tale concorso a consentire di tracciare un quadro più completo sulle competenze e/o eventuali lacune scientifiche, in particolare in fisica, di studenti che comunque in queste discipline rappresentano punte di eccellenza.

Per maggiori dettagli, consultare la rivista SIF «Il Giornale di Fisica».

6 • ANALISI DEI DATI CONSUNTIVI DEI PROGETTI LOCALI

In generale la realizzazione delle attività del Progetto «Lauree Scientifiche», dopo il primo anno di sperimentazione che ha visto diverse difficoltà organizzative e logistiche in quasi tutte le sedi, nel secondo anno è stata migliorata ed estesa tenendo conto dell'esperienza fatta. In particolare, è stata ottimizzata la distribuzione temporale delle attività, che nel primo anno avevano sofferto di qualche ritardo, procedendo per tempo alla programmazione delle azioni con gli insegnanti e alla loro realizzazione con gli studenti delle scuole.

Interessanti i risultati relativi alla provenienza scolastica e geografica: mediamente i migliori studenti provengono dal Nord e dal Liceo Scientifico

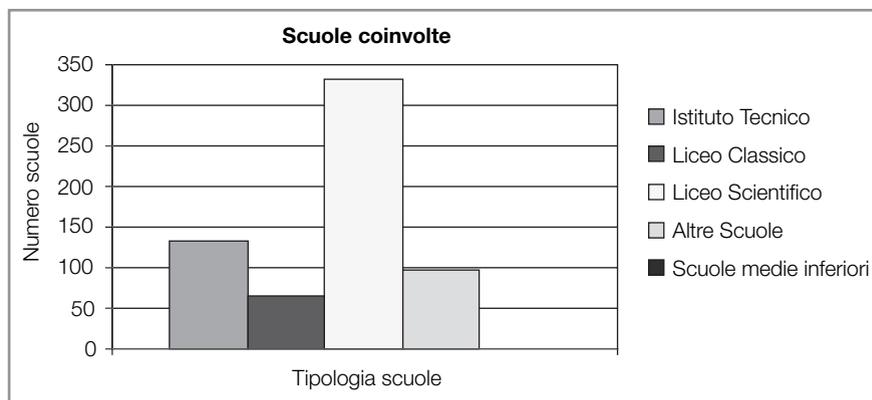
In generale, nel 1° e nel 2° anno, sono state intraprese le stesse attività, modificando, laddove opportuno, metodologie e contenuti, allo scopo di effettuare un confronto ed evidenziare quelle ottimali in funzione delle situazioni locali. Nel 2° anno sono passate alla fase di realizzazione quelle attività, come per esempio corsi di formazione per insegnanti (Master di UD e altri), che erano state progettate nel 1° anno. Sono stati aggiornati i siti web dei progetti locali in cui è stato inserito il materiale didattico prodotto.

Nel 2° anno di attività è stato esteso in alcune sedi il numero di enti, imprese, scuole e persone coinvolte nelle attività del Progetto e si è consolidato il raccordo con gliUSR, tuttavia, nonostante l'auspicio, in molte sedi è rimasto lacunoso il rapporto con il mondo imprenditoriale.

6.1 • Le risorse umane impegnate

Gli **Istituti scolastici** coinvolti (Figura 6.1) sono stati prevalentemente Licei Scientifici, meno i Licei Classici e gli Istituti Tecnici Industriali. Sono state coinvolte anche Scuole medie inferiori, anche se in numero molto limitato e limitatamente ad alcune sedi che tradizionalmente hanno forti collegamenti con tali tipi di Scuole.

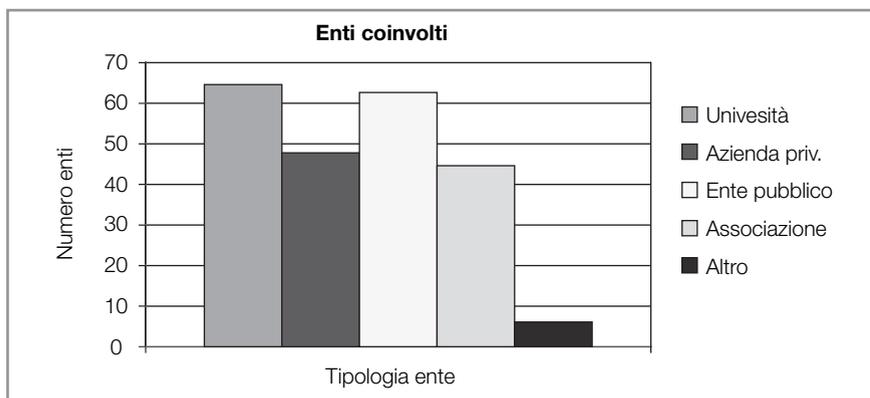
▼ **Figura 6.1** • Istituti scolastici coinvolti



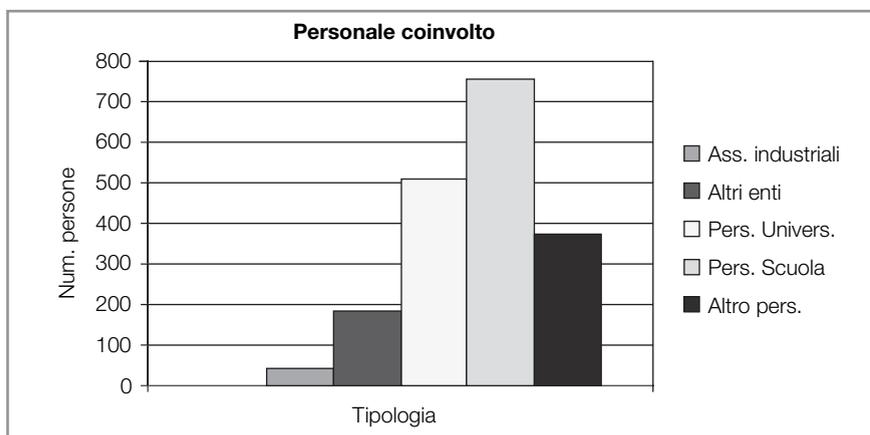
Il numero di Istituti scolastici coinvolti per ciascuna sede è nella maggior parte dei casi compreso fra 5 e 10, numeri ottimali sia dal punto di vista organizzativo sia di efficacia didattica

Il numero di Istituti scolastici coinvolti per ciascuna sede è nella maggior parte dei casi compreso fra 5 e 10, numeri ottimali sia dal punto di vista organizzativo sia di efficacia didattica, anche per il carattere sperimentale del Progetto. Con riferimento agli **enti partecipanti** (Figura 6.2), sembra abbastanza equilibrata la partecipazione di Università (diversi Dipartimenti coinvolti nelle sedi), enti pubblici (quasi sempre Enti di ricerca, INAF, INFN, CNR-INFN, nelle loro articolazioni locali) e aziende private e associazioni industriali. Il Progetto ha potuto godere del sostegno, sia a livello locale sia nazionale, dell'AIF (Associazione Insegnanti Fisica) e della SIF (Società Italiana di Fisica).

▼ **Figura 6.2** • Enti coinvolti nel Progetto



▼ **Figura 6.3** • Personale coinvolto nel Progetto



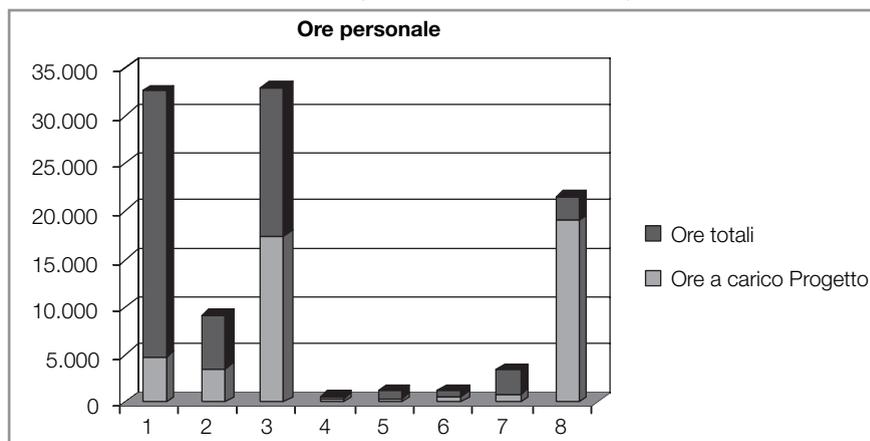
Il **personale docente della Scuola** rappresenta di gran lunga la frazione maggiore assieme al **personale universitario di ruolo**.

I dati numerici riassuntivi relativi alle 32 sedi del Progetto sono mostrati in Figura 6.3.

Per quanto riguarda i dati riassuntivi sul numero di **ore d'impegno** del personale, in Figura 6.4 vengono mostrati i dati relativi ai due anni.

Il personale docente della Scuola rappresenta di gran lunga la frazione maggiore assieme al personale universitario di ruolo

▼ **Figura 6.4** • Impegno orario del personale (1 = Doc. Univ.; 2 = Univ. Altro; 3 = Doc. Scuola; 4 = Scuola Altro; 5 = Ass. Ind.; 6 = Imprese; 7 = Enti; 8 = Contratti)



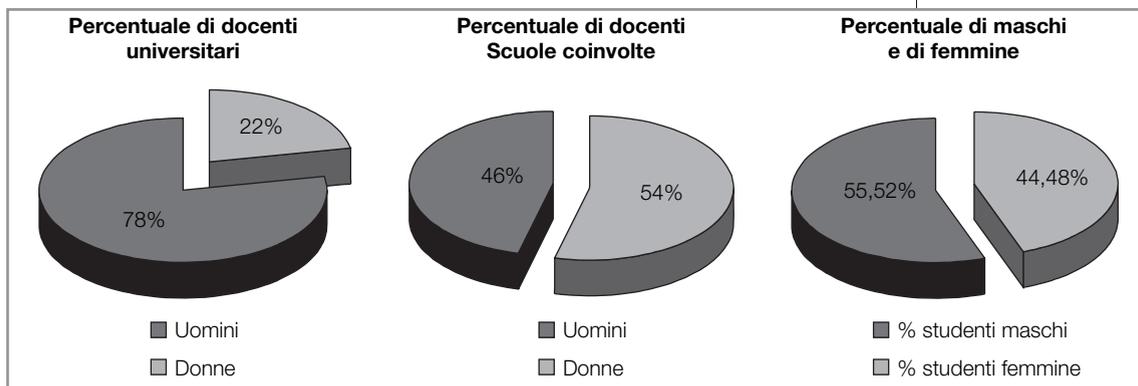
Si nota che il contributo maggiore proviene dai docenti universitari di ruolo (32.600 ore, di cui solo il 14% retribuite dal Progetto; moltissime le sedi nelle quali i docenti universitari hanno lavorato con compensi ridotti o nulli), dai docenti di ruolo della Scuola (32.962 ore, di cui poco più di metà retribuite a carico del progetto) e dal personale a contratto (prevalentemente esercitatori di laboratorio). Bassa invece la rappresentanza di personale delle associazioni industriali (2%) e di altri enti (3%).

Decisamente prevalente la partecipazione maschile fra i docenti universitari, mentre abbastanza equilibrato è il rapporto F/M degli insegnanti delle Scuole e ancora di più degli studenti che hanno partecipato alle attività

6.2 • La partecipazione di genere

Come abbiamo visto in contributi precedenti, particolare attenzione è rivolta anche alla questione di genere relativamente all'ulteriore scarso interesse femminile verso le discipline scientifiche, in particolare quelle oggetto del PLS. Uno dei motivi di tale atteggiamento negativo sembra potersi imputare alla mancanza o allo scarso numero di esempi femminili dedicati alla scienza. Nell'ambito del PLS-OFI-Fisica è stata quindi fatta attenzione alla differenza di genere nella partecipazione alle attività del PLS da parte di docenti universitari e di insegnanti delle scuole, che possono costituire esempio di interesse ed entusiasmo verso tematiche reputate poco declinabili al femminile. Per il PLS-OFI-Fisica i dati di partecipazione femminile e maschile sono rappresentati nella figura 6.5. Decisamente prevalente la partecipazione maschile fra i docenti universitari (che rispecchia probabilmente il rapporto F/M in ambiente universitario), mentre abbastanza equilibrato è il rapporto F/M degli insegnanti delle Scuole e ancora di più degli studenti che hanno partecipato alle attività. Questo sembra indicare che la differenza di genere nella scelta universitaria non derivi dal poco interesse delle ragazze ma piuttosto dalla loro percezione (del resto realistica) del poco sostegno esterno alle donne impegnate in ambito scientifico.

▼ **Figura 6.5** • Partecipazione di genere alle attività PLS



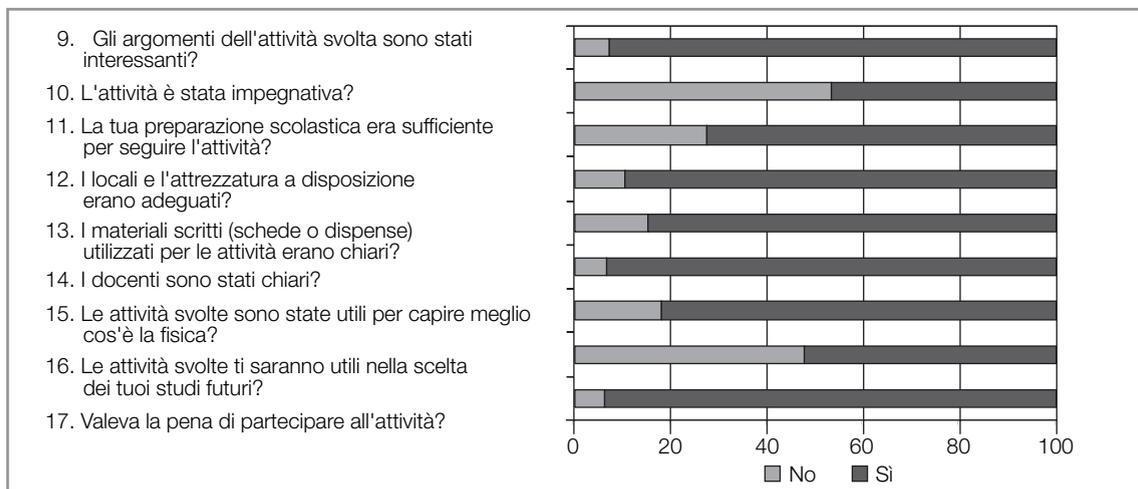
6.3 • Il gradimento di studenti e insegnanti

A conclusione delle attività sia del 1° sia del 2° anno sono stati sottoposti, nelle varie sedi, questionari sia agli insegnanti sia agli studenti che hanno partecipato alle attività del Progetto. Complessivamente sono stati raccolti 8822 questionari studenti.

Dai dati globali di 1° e 2° anno, riassunti in Figura 6.6 è abbastanza evidente l'alto gradimento riscosso dalle varie iniziative. In particolare, alla domanda se valesse la pena di partecipare alle attività il 94% degli studenti e il 98% degli insegnanti risponde positivamente, confermando la validità delle attività proposte come strumento per una migliore comprensione della disciplina e per suscitare un maggior interesse verso la fisica.

Alla domanda se valesse la pena di partecipare alle attività il 94% degli studenti e il 98% degli insegnanti risponde positivamente

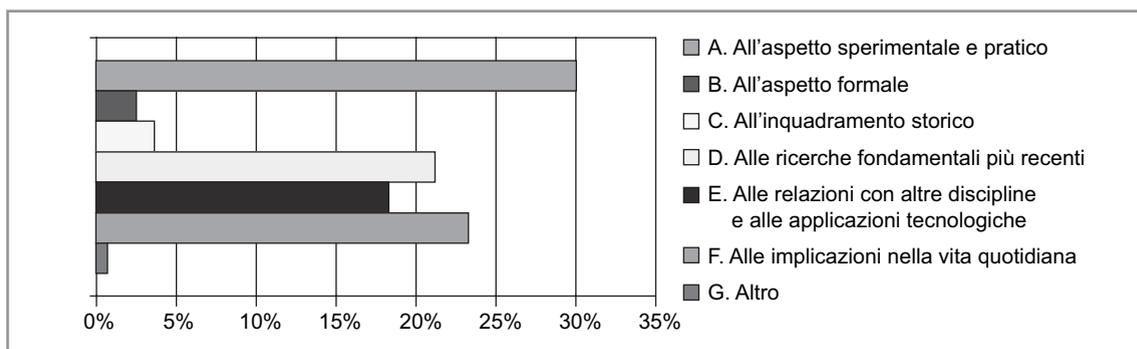
▼ **Figura 6.6** • Andamento delle risposte ai questionari sottoposti agli studenti



In particolare, risulta che le sperimentazioni proposte erano accessibili alla preparazione scolastica dei ragazzi, e che la qualità del materiale didattico impiegato e della prestazione del personale docente è risultata elevata.

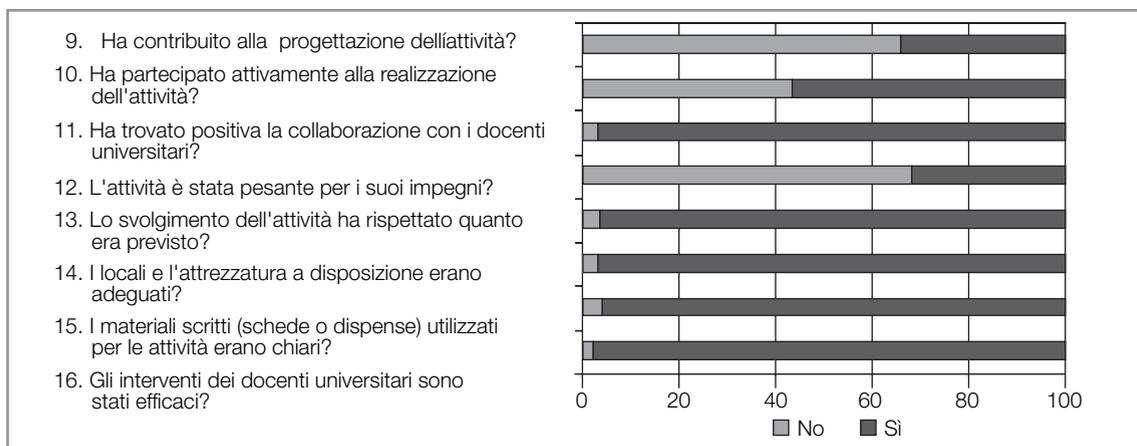
Particolarmente indicative le risposte degli studenti a ulteriori quesiti (Figura 6.7) sugli interessi dei giovani verso la fisica e che sembrano confermare l'approccio scelto dal Progetto (la risposta più gettonata è l'interesse verso l'aspetto sperimentale); anche se solo il 34% degli intervistati si interessa alla fisica al di fuori dell'ambito scolastico.

▼ **Figura 6.7** • Interessi verso alcuni aspetti della disciplina



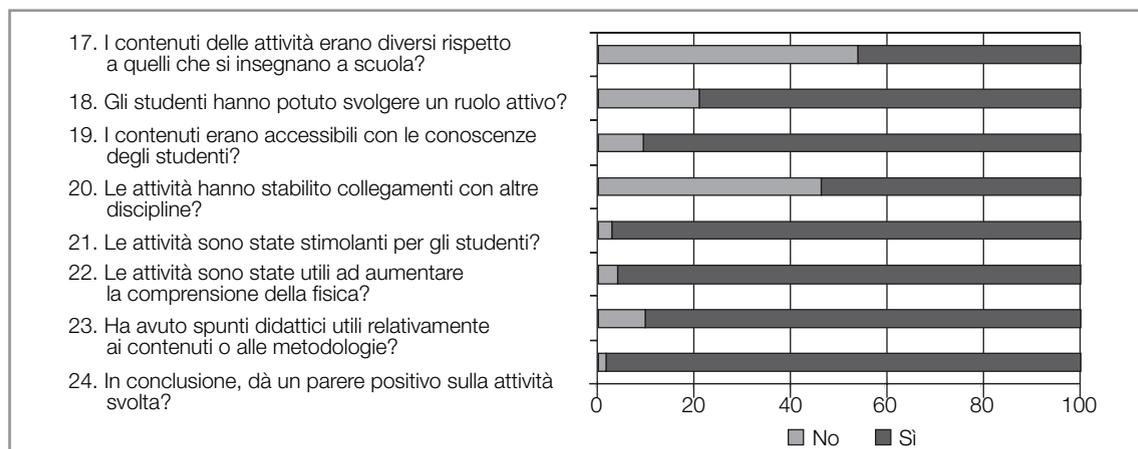
Per quanto riguarda i **questionari** sottoposti agli **insegnanti**, una percentuale molto elevata (98%) giudica (Figura 6.8) molto positivamente le attività del Progetto, ritiene costruttiva la collaborazione con i docenti universitari e utile la documentazione disponibile, anche se quasi il 31% dichiara che la partecipazione alle attività è stata molto impegnativa.

▼ **Figura 6.8** • Valutazione d'insieme delle attività da parte degli insegnanti delle Scuole secondarie



Molto positive sono anche le indicazioni relative alla ricaduta delle attività nella didattica ordinaria e quelle relative all'utilità per gli studenti (Figure 6.9). In particolare, a giudizio degli insegnanti, le attività svolte sono state stimolanti per gli studenti e hanno anche fornito agli insegnanti spunti didattici utili relativamente sia ai contenuti sia alle metodologie. Inoltre anche il grado di difficoltà delle sperimentazioni sembra essere stato ben calibrato, visto che i contenuti sono stati giudicati accessibili con le conoscenze degli studenti. La valutazione complessiva degli insegnanti sembra quindi indicare un netto successo delle attività promosse dal Progetto nelle sue articolazioni nelle diverse sedi.

▼ **Figura 6.9** • Valutazione della ricaduta didattica emersa dai questionari sottoposti agli insegnanti



7 • CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

A conclusione di questo biennio sperimentale delle attività del PLS-Orientamento e Formazione Insegnanti-Fisica, i risultati sembrano mettere in evidenza un oggettivo successo del Progetto. Una evidente generale soddisfazione è manifestata dai principali fruitori delle azioni del Progetto, attraverso le risposte ai questionari proposti a studenti e insegnanti, i quali hanno apprezzato sia le tipologie delle attività proposte, sia le modalità attuative adottate sia i contenuti disciplinari selezionati, anche se abbastanza diversificati nelle varie sedi, documentati dal materiale didattico prodotto.

Un ulteriore elemento di successo risiede nell'aver costituito una rete nazionale di università, scuole, enti, persone, che hanno affrontato costruttivamente e sul campo il rapporto Università-Scuola-Imprese, intessendo, attraverso la realizzazione di attività finalizzate a studenti e insegnanti, una rete di relazioni sia a livello locale sia nazionale, in particolare fra sistema universitario e sistema scolastico.

Una evidente generale soddisfazione è manifestata dai principali fruitori delle azioni del Progetto, attraverso le risposte ai questionari proposti a studenti e insegnanti

Il raggiungimento di questo soddisfacente risultato è frutto soprattutto dell'impegno di chi, a vario titolo e in varia misura, ha partecipato al Progetto, che va ringraziato e opportunamente stimolato.

La realizzazione delle azioni del Progetto ha costituito un'esperienza di grande interesse sia a livello locale sia nazionale (nelle azioni di coordinamento e monitoraggio), che ha dato luogo a un patrimonio di esperienze che sarebbe opportuno e auspicabile che non vada disperso, ma piuttosto ulteriormente rafforzato ed esteso se si vuole in modo efficace affrontare e risolvere il problema della formazione scientifica delle future generazioni.

8 • ANALISI DI CASI: ALCUNI ESEMPI DI ATTIVITÀ SIGNIFICATIVE

Vengono qui indicate alcune attività che, o per le tematiche affrontate o per le modalità di attuazione, possono ritenersi significativi esempi di successo e di trasferibilità anche in altri contesti.

Queste attività sono state individuate nell'ambito di ciascuna delle quattro linee di azione del PLS-OFI-Fisica.

8.1 • Laboratori per Studenti e Insegnanti delle Scuole superiori

I laboratori nelle varie sedi del Progetto di Fisica si sono sviluppati con diverse modalità di attuazione, ma tutti con la caratteristica comune di coinvolgere attivamente gli studenti e i loro insegnanti. Le tipologie che hanno in particolare caratteristiche di originalità e di esportabilità presso altre sedi universitarie o presso altre scuole possono sintetizzarsi in:

- *laboratori ex novo allestiti presso le strutture universitarie;*
- *laboratori in campo;*
- *laboratori in kit;*
- *laboratori con sensori on-line;*
- *laboratori virtuali;*
- *laboratori con materiale povero;*
- *laboratori sulla «fisica nel quotidiano»;*
- *laboratori di fisica moderna.*

Laboratori ex novo

La maggior parte delle attività laboratoriali si sono svolte presso i vari Dipartimenti di Fisica delle sedi universitarie utilizzando i laboratori didattici esistenti. Questa scelta ha permesso di attenuare il timore reverenziale con cui gli studenti si avvicinano al mondo universitario. Due sedi universitarie hanno particolarmente creduto nel Progetto e nelle sue potenzialità e hanno realizzato un laboratorio dedicato esclusivamente a studenti e insegnanti di Scuola supe-

La maggior parte delle attività laboratoriali si sono svolte presso i vari Dipartimenti di Fisica delle sedi universitarie utilizzando i laboratori didattici esistenti

riore; è il caso di *Labex* (Laboratori sperimentali) presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano «Bicocca» e *LaDiF* (Laboratorio Didattico per la Fisica) presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Palermo. Questa scelta permette di raggruppare la strumentazione in un unico luogo, il Dipartimento di Fisica, consentendone l'utilizzo da parte di più scuole.

In particolare per *Labex* la scelta, la preparazione e l'allestimento degli esperimenti sono avvenuti in collaborazione tra docenti universitari e docenti delle Scuole superiori; nel secondo anno il laboratorio è stato aperto agli studenti che ne hanno fatto ampio e proficuo utilizzo.

Gli argomenti scelti sono mirati a mettere in evidenza le Forze Fondamentali presenti in natura (Gravitazionali, Elettromagnetiche, Nucleari) attraverso esperimenti semplici (Torre, di 30 m, per lo studio della caduta di gravi; Forze tra cariche elettriche, tra magneti e tra fili percorsi da corrente; Produzione e rivelazione di onde elettromagnetiche – esperimento di Hertz –; Dualismo onda-particella della radiazione elettromagnetica – diffrazione ed effetto fotoelettrico dalla medesima sorgente –; Misura della velocità della luce; camera a scintilla per le interazioni particelle elementari-materia), non mediati da complesse apparecchiature che creano una barriera alla comprensione del fenomeno e al collegamento tra le grandezze finali da ricavare e quelle direttamente misurate.

Tutte le informazioni relative a *Labex* sono reperibili su: <http://moby.mib.infn.it/~labex/labex.html>.

Laboratori in campo

Alcune attività sperimentali in alcune sedi sono state condotte dagli studenti e dai loro insegnanti con campagne di misure in campo. Di particolare interesse le tematiche più attuali relative agli impatti fisici sull'ambiente. In particolare nella sede di Alessandria è stato affrontato il tema del campo magnetico naturale (campo magnetico terrestre) e dei campi elettromagnetici artificiali, questi ultimi generati principalmente da elettrodomestici e dai ripetitori di radio, televisione e telefonia. I possibili effetti sulla salute dell'uomo dei campi statici, ELF (*Extremely Low Frequency*) e RF (*Radio Frequency*) sono stati presentati nell'ambito di studi scientifici effettuati da organismi internazionali quali IARC e OMS. L'attività sperimentale, preceduta da una presentazione agli studenti svolta da un docente universitario e da un incaricato del dipartimento locale dell'ARPA, si è svolta o presso l'Università o presso gli IIS, o in luogo pubblico, con strumentazione fornita sia dall'ARPA-AL sia dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate. L'attenzione verso attività che riguardano il proprio territorio le rende ancora più coinvolgenti agli occhi dei ragazzi, e ancora di più se l'attività culmina in una relazione stilata da essi stessi. La valutazione positiva delle relazioni individuali degli studenti ha consentito il riconoscimento di un credito formativo.

L'attenzione verso attività che riguardano il proprio territorio le rende ancora più coinvolgenti agli occhi dei ragazzi, e ancora di più se l'attività culmina in una relazione stilata da essi stessi

In alcune sedi, come Milano, Trieste, Catania, Napoli i ragazzi delle Scuole sono stati coinvolti in misure di radioattività ambientale in ambienti chiusi facendo uso di rivelatori passivi CR-39, secondo protocolli di indagine ufficiali concordati con la sezione di Fisica Ambientale dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), sotto la supervisione degli insegnanti, opportunamente preparati e di ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, afferenti a progetti nazionali di questo ente.

In queste attività in campo il coinvolgimento anche di Enti locali quali le ARPA consente inoltre agli studenti di venire a diretto contatto anche con realtà lavorative in cui è necessaria la figura del fisico.

Laboratori in kit

Particolarmente interessante il progetto sviluppato presso la sede di Como, *Il fisico con la valigia*, che prevede il trasporto, il montaggio e l'esecuzione di esperimenti di fisica moderna presso i laboratori scolastici. Gli apparati sono in dotazione ai laboratori didattici dell'Università dell'Insubria. Le scuole interessate concordano uno o più interventi specificando le esperienze che desiderano includere nel programma scolastico (un elenco è stato pubblicizzato presso le scuole ed è consultabile *on-line* sul sito web www.dfm.uninsubria.it/pls). Personale universitario si reca presso il laboratorio di fisica della scuola e monta preliminarmente l'apparato. Il docente provvede a fornire alla classe le motivazioni e l'inquadramento generale delle problematiche relative all'esperimento previsto. Il personale universitario illustra in dettaglio l'esperimento e mostra l'apparato. Gli studenti, divisi in piccoli gruppi e sotto la supervisione dei docenti e del personale universitario, eseguono le misure ed effettuano l'analisi dati. In particolare sono stati proposti esperimenti sullo *spettro di corpo nero*, per uno studio della distribuzione di radiazione di corpo nero e la verifica sperimentale della legge di Wien attraverso l'uso di una sorgente di luce a incandescenza, con temperatura variabile, e di uno spettrofotometro a prisma; sulla *diffrazione di elettroni*, per mettere in evidenza la natura ondulatoria della materia, attraverso l'analisi delle figure d'interferenza generate da un fascio di elettroni che collidono su di un cristallo (legge di Bragg); sulla *misura della velocità della luce*, grazie alla nota procedura ideata da Foucault e perfezionata da Michelson agli inizi del Novecento, basata sulla misura dello spostamento di un fascio laser provocato da uno specchietto rotante con velocità angolare nota. Particolarmente interessanti presso la sede di Roma «La Sapienza» i Laboratori «*Ottica e onde*» e «*Oscillazioni*», che per la loro realizzazione hanno utilizzato kit di esperienze da assemblare realizzati in collaborazione con la ditta Altay su progettazione dei docenti universitari.

Le modalità di attuazione, i tempi e i modi dell'organizzazione degli incontri e le modalità di valutazione sono state concordate con gli insegnanti delle Scuole.

Particolarmente
interessante
il progetto
sviluppato
presso la sede
di Como,
*Il fisico con
la valigia*,
che prevede
il trasporto,
il montaggio
e l'esecuzione
di esperimenti
di fisica
moderna presso
i laboratori
scolastici

Oltre agli incontri in laboratorio, particolarmente accattivante è risultato il coinvolgimento in attività a casa con materiali di uso comune.

L'attività sperimentale era preceduta e seguita da test sottoposti agli studenti per la valutazione dell'attività svolta.

La valutazione finale del post-test e la frequenza ai corsi hanno costituito titolo per ricevere l'attestato che certificava l'attribuzione di due CFU.

Si riportano alcuni esempi di argomenti trattati nel Laboratorio «*Ottica e onde*»:

-*Rifrazione e dispersione da prisma* (applicazioni: fibre ottiche; spettroscopio a prisma; attività per casa: con una bottiglia PET, cartoncino, torcia si costruisce una 'fibra ottica' con lo zampillo dell'acqua che esce da un forellino alla base della bottiglia); -*Onde nei solidi, nei liquidi e onde acustiche* e applicazioni negli strumenti musicali; -*Interferenza e diffrazione* (fenomeni naturali; attività per casa: CD usato come reticolo di diffrazione); -*Polarizzazione e sue applicazioni*: analisi degli stress dei materiali; tecniche fotografiche e luce polarizzata; -*Colori e fenomeni naturali* (rifrazione, riflessione totale, dispersione, aloni (rifrazione da cristalli di ghiaccio nelle nuvole a cirri); corone (diffrazione da goccioline d'acqua nella nebbia o nelle nuvole), blu del cielo, raggio verde (dispersione e diffusione); attività per casa: i colori della TV (con tubo a raggi catodici); stampa in tricromia e quadricromia.

In entrambi i laboratori molto proficua e rilevante la collaborazione con la ditta Altay, che ha realizzato i kit, utilizzando un laureando¹ dell'indirizzo didattico come stagista, che ne ha curato anche le guide per la realizzazione delle esperienze e le schede di lavoro per gli studenti. Gli insegnanti già coinvolti hanno disseminato l'esperienza presso altri insegnanti della stessa scuola. I kit (uno di ottica e uno di oscillazioni) sono stati messi in produzione dalla ditta che li realizza, sicché il Laboratorio potrebbe essere esteso senza problemi a diverse realtà scolastiche.

Laboratori con sensori on-line

Una innovazione nei laboratori di fisica della Scuola secondaria può essere introdotta attraverso l'uso di sensori. Questo è quello che è stato realizzato nella sede di Pavia. Gli studenti utilizzano sensori e un *software* che permette la visualizzazione, sullo schermo del computer, di grandezze fisiche in funzione del tempo, mentre il fenomeno in studio si realizza. Questo tipo di rappresentazione «in tempo reale» favorisce: a) il coinvolgimento degli studenti in previsioni dell'andamento delle grandezze fisiche significative prima di avviare una esperienza; b) il confronto delle previsioni con i grafici visualizzati sullo

In entrambi i laboratori molto proficua e rilevante la collaborazione con la ditta Altay, che ha realizzato i kit, utilizzando un laureando dell'indirizzo didattico come stagista

1. La consegna dei materiali è stata resa possibile grazie alla collaborazione e all'impegno di un laureando che ha seguito entrambi i cicli di sperimentazione, ha curato le istruzioni per il montaggio e l'uso delle apparecchiature e si è laureato con il massimo dei voti a maggio del 2007 con una ottima tesi sul PLS nell'unità di ricerca di «Roma Uno».

schermo; c) la riflessione e la discussione con i compagni e con l'insegnante; d) il progetto di altre prove da eseguire per controllare e/o rivedere le idee iniziali. Questa modalità di lavoro offre allo studente la possibilità di percorrere il cammino completo dalla fase di osservazione di fenomeni fisici alla loro formalizzazione, coinvolgendolo in attività di laboratorio che richiedono discussione, confronto e collaborazione con i compagni e con l'insegnante per interpretare e discutere i risultati delle prove eseguite e per procedere efficacemente nel processo di modellizzazione. Ogni studente, al termine di ogni attività, ha compilato una relazione sul lavoro svolto utilizzando una scheda di lavoro, commentando i risultati sperimentali e i grafici ottenuti. Gli elaborati compilati dagli studenti e l'interazione con gli «assistenti» all'attività di laboratorio, hanno consentito di evidenziare alcuni punti critici nell'apprendimento da parte degli studenti.

I temi affrontati sono stati scelti sulla base dei risultati della ricerca in Didattica della Fisica svolta a livello internazionale. In particolare, presso alcune scuole sono state condotte, con l'utilizzo di sensori e data logger Xplorer GLX, esperienze di laboratorio di termodinamica.

Alcuni studenti, dopo aver concluso l'attività di laboratorio, hanno, a loro volta, assistito in laboratorio studenti dei turni successivi; altri hanno partecipato alla manifestazione «Scienza Under 18» presentando i dispositivi MBL (*Microcomputer-Based Laboratory*) usati in laboratorio.

Laboratori virtuali

In alcune sedi sono stati realizzati e sviluppati laboratori di fisica utilizzabili a distanza e che quindi possono essere fruiti da un numero elevato di utilizzatori. Due gli esempi più interessanti.

Il laboratorio virtuale del progetto di Modena «Fisica per le mie orecchie», basato sulla consapevolezza che l'acustica musicale è lo strumento ideale per comunicare anche le caratteristiche più astratte della fisica delle onde. È quindi possibile utilizzare la musica come tramite verso i concetti della fisica e la fisica come strumento per la comprensione dei fenomeni musicali. Per muoversi attraverso i diversi livelli di approfondimento è prevista una lezione introduttiva dal vivo che può essere svolta o presso il Dipartimento di Fisica o presso la scuola. L'ipertesto «Fisica per le mie orecchie» è per sua natura esportabile trattandosi di un sito web i cui contenuti sono disponibili, nel rispetto dei termini di una licenza *Creative Commons*, che ne consente l'utilizzo non commerciale direttamente in classe, da più classi.

L'indirizzo web del laboratorio è: <http://fisicaondemusica.unimore.it/>.

Anche la sede di Roma-3 si è cimentata nella sperimentazione di un laboratorio a distanza. Attraverso la connessione Internet al Laboratorio Remoto sito presso il Dipartimento di Fisica vengono effettuate esperienze riguardanti la diffrazione e l'interferenza nel campo delle onde ultrasoniche. Gli studenti, sotto la guida dei loro insegnanti di fisica, svolgono l'esperimento in tempo

In alcune sedi sono stati realizzati e sviluppati laboratori di fisica utilizzabili a distanza e che quindi possono essere fruiti da un numero elevato di utilizzatori

reale attraverso la connessione telematica e hanno il completo controllo delle modalità di sperimentazione e di acquisizione dei dati. È prevista la disponibilità in linea della documentazione completa sulle modalità di controllo e svolgimento dell'esperienza e del *software* per l'analisi dei dati.

Laboratori sulla «fisica nel quotidiano»

Notato che gli studenti chiedono maggior attenzione alle applicazioni della fisica nella vita quotidiana, presso la sede di Torino è stato prodotto del materiale, realizzato da insegnanti della Scuola media superiore in collaborazione con docenti universitari, sulla «fisica nel quotidiano». Sono stati scelti una decina di temi, su cui i gruppi hanno sviluppato schede di lavoro ed esperienze 'povere' che possono essere utilizzate da altri docenti e in altre scuole e che mettono gli studenti a diretto contatto con la fisica che è presente negli oggetti di uso comune. Alcuni esempi sono particolarmente attraenti:

- FISICA DELL'AUTO: *ABS, veicoli in curva, chiave a croce per i bulloni di pneumatici, sterzo, ammortizzatori, cinture, Air Bag, freni, spazio di frenata, autovelox.*
- FISICA DELLO SPORT: *bicicletta (in curva, stabilità), salto in alto (moto del centro di massa), tuffatore/pattinatrice, stabilità di una barca in acqua, navigazione a vela, fotofinish, curling.*
- FISICA IN CUCINA: *pentola a pressione, caffettiera, gelatiera, microonde, centrifuga per insalata.*
- FISICA MEDICA: *velocità del sangue in un'arteria, velocità del sangue (Doppler), ecografia, endoscopi, pacemaker, PET, raggi X, difetti della vista, misura della densità del corpo umano, trazione di arti.*
- FISICA E DIVERTIMENTI: *altalene, giro della morte, walkman e MP3, razzi nei fuochi d'artificio.*

Particolarmente interessanti sono stati anche i temi affrontati nei corsi/laboratori, destinati sia agli studenti sia agli insegnanti delle Scuole superiori, organizzati dalla sede di Bologna e che hanno riguardato in particolare argomenti di fisica applicata: misure meteorologiche; la radiazione e.m. al servizio di scienza, medicina e arte; celle fotovoltaiche ed energia solare.

Quest'ultimo tema è stato anche scelto per le attività della sede di Lecce. Per lo studio delle energie alternative sono stati acquistati e messi a disposizione delle scuole dei kit per la produzione di elettricità per mezzo dell'energia eolica e solare. La sperimentazione consiste nell'assemblare il contenuto dei kit e nell'utilizzare l'energia elettrica prodotta per alimentare un PC della sala computer. Le attività con gli studenti sono culminate in visite organizzate a una azienda locale, che produce pannelli solari, in cui gli studenti hanno potuto, con la guida dei propri docenti e dei fisici dell'azienda, approfondire non solo gli aspetti tecnico-scientifici, ma anche quelli socio-economici relativi all'utilizzo dell'energia solare.

Presso la sede di Torino è stato prodotto del materiale, realizzato da insegnanti della Scuola media superiore in collaborazione con docenti universitari, sulla «fisica nel quotidiano»

Laboratori di fisica moderna

Diverse sedi, come Brescia, Ferrara, Firenze, L'Aquila, Messina e Trento, hanno coinvolto gli studenti delle Scuole superiori e i loro insegnanti in attività laboratoriali su tematiche di fisica moderna, che spesso non vengono trattate nei programmi curriculari. Per queste attività risulta piuttosto impegnativo l'allestimento di esperienze che siano semplici dal punto di vista sia concettuale sia operativo e accessibili alla preparazione degli studenti. In alcuni casi uno sforzo ulteriore è stato fatto dal gruppo di docenti universitari e della Scuola per individuare esperienze trasportabili anche in un laboratorio didattico delle Scuole superiori.

Laboratori per insegnanti

La formazione in servizio è un problema importante in quanto rappresenta un potente canale che ci permette di influire positivamente sulla diffusione della cultura scientifica, e della fisica in particolare, nel nostro Paese.

Da questa consapevolezza, sono stati organizzati in varie sedi dei Corsi di Perfezionamento in cui è stata dominante la componente laboratoriale attiva.

Particolarmente significativi quelli organizzati nella sede di Lecce. A ogni corsista è stato consegnato uno zainetto contenente una calcolatrice grafica, un'interfaccia e una serie di vari sensori (di posizione, di forza, di campo magnetico, di suono, di luce, di temperatura, di tensione, ecc.), in modo da avere a disposizione un piccolo «laboratorio portatile» che permettesse l'esecuzione di esperimenti su varie branche della fisica e soprattutto di analizzare, mediante opportuno *software*, i risultati delle misure. Le attività erano relative alla preparazione e alla esecuzione di semplici esperienze di fisica da parte dei corsisti, che hanno prodotto anche delle schede che essi stessi o altri colleghi potranno utilizzare in futuro con i propri studenti.

Le schede redatte per guidare l'esecuzione delle esperienze sono consultabili sul sito «Lauree Scientifiche» di Lecce, all'indirizzo <http://www.fisica.unile.it/laureescientifichelaureescientifiche/>.

Si è fatta più attenzione all'aspetto pedagogico nelle sedi di Pisa, che ha attivato un Corso di Perfezionamento «*Strategie didattiche per promuovere un atteggiamento positivo verso la matematica e la fisica*», e di Padova, che ha attivato un Corso di Perfezionamento in «*Metodologia e Didattica della Fisica*», scegliendo come tema dominante la Fisica e la Meccanica Quantistica. Sono stati approfonditi sia l'aspetto storico nel passaggio dalla Fisica di Maxwell alla Fisica dei Quanti, sia l'aspetto fondamentale della Meccanica Quantistica e la verifica dei numerosi successi della Teoria dei Quanti nello studio della struttura della materia. Sono state organizzate lezioni sulla dinamica dei sistemi cognitivi complessi ed è stato organizzato un ciclo di seminari/laboratori su alcune tecniche per lo sviluppo della creatività dal titolo «*Il cambio di paradigma nel processo formativo, innovazione e creatività*».

La formazione in servizio è un problema importante in quanto rappresenta un potente canale che ci permette di influire positivamente sulla diffusione della cultura scientifica, e della fisica

L'uso di alcune di queste tecniche è stato sperimentato, con successo, durante le attività di laboratorio degli insegnanti-corsisti.

L'impegno di Pavia è stato quello di assicurare innovazione nell'insegnamento della fisica attraverso il corso di «*Formazione degli insegnanti sulle nuove tecnologie per l'insegnamento della meccanica e dei fenomeni termici*». Questi corsi sono stati organizzati presso i Laboratori Didattici dei Dipartimenti di Fisica, allo scopo di diffondere nella Scuola secondaria di secondo grado l'uso di strumenti di provata efficacia didattica, come i dispositivi MBL (*Microcomputer-Based Laboratory*) e per fornire agli insegnanti di fisica la possibilità di conoscere a fondo tali strumenti e valutarne le potenzialità educative.

In particolare, il percorso si è articolato in moduli dedicati all'uso dei dispositivi MBL, al *software* Video Point, appartenente alla categoria dei dispositivi VBL (*Video-Based Lab*), che permette di analizzare ed elaborare dati relativi a moti ripresi da telecamere. Gli insegnanti hanno analizzato, dal punto di vista didattico, *applet* sulla meccanica e sui fenomeni termici e la termodinamica, contenuti nel CD che accompagna il testo *Physlet Physics – (Interactive Illustrations, Explorations, and Problems for Introductory Physics)*, svolgendo attività da loro stessi progettate.

In relazione a questi corsi di formazione sono disponibili due guide per gli insegnanti che forniscono una panoramica di *applet* utili a potenziare l'insegnamento della meccanica e della termologia, e le schede di laboratorio di termologia che costituiscono una guida non solo all'attività sperimentale ma anche all'uso della strumentazione e del *software*.

Di particolare rilievo l'attivazione del MASTER UNIVERSITARIO DI II LIVELLO IN: INNOVAZIONE DIDATTICA IN FISICA E ORIENTAMENTO (IDIFO), coordinato dalla sede di Udine in collaborazione con nove Università cui si sono aggiunte sei Università cooperanti.

Per questo Master è stato scelto il tema: «*Fisica del Novecento*», con i seguenti obiettivi formativi:

- formazione degli insegnanti sui temi della fisica moderna e in particolare fisica quantistica e relativistica, fisica statistica e della materia, alla luce delle ricerche didattiche svolte in contesto internazionale;
- approfondimento delle competenze degli insegnanti sugli aspetti operativi delle strategie di proposte didattiche e in particolare su: esperimenti didattici sui problemi interpretativi cruciali della fisica del Novecento, tecniche di analisi della fisica della materia, *computer modelling*, ...;
- innovazione didattica nell'insegnamento della fisica a livello secondario con l'introduzione di proposte didattiche sui temi della fisica quantistica, relativistica, statistica e della materia;
- predisposizione e sperimentazione di materiali didattici per la formazione degli insegnanti e attività didattiche innovative con ragazzi, con modalità

In relazione a questi corsi di formazione sono disponibili due guide per gli insegnanti che forniscono una panoramica di *applet* utili a potenziare l'insegnamento della meccanica e della termologia

blended e quindi in parte in classe e in parte in rete telematica, anche per la personalizzazione e la conduzione dei percorsi di apprendimento;

- messa a punto di proposte sperimentate di orientamento formativo, basate sul *Problem Solving* per l'Orientamento (PSO), metodologia già validata a livello prototipale e da implementare nel contesto scolastico.

Gli ammessi al Master sono stati 31 di cui 20 con borsa.

Il Master, che si sviluppa in due anni, è stato organizzato in insegnamenti, telematici, raggruppati per moduli e per aree (generale, caratterizzante, progettuale, situata), su Quantistica, Relatività, Fisica statistica e Fisica della Materia, Cosmologia e particelle, Orientamento-PSO e attività di Workshop in presenza e Tesi, per un totale di 60 crediti per anno.

Il primo Workshop in presenza si è tenuto a Udine, 4-8 settembre 2006, e comprendeva attività di Laboratorio ed esperimenti (fisica quantistica e superconduttività), seminari e lavori di gruppo, Orientamento formativo e *problem solving*, Discussioni.

Il secondo Workshop in presenza si è tenuto a Udine, 19 marzo-3 aprile 2007, in collaborazione con *LEMI_EST Laboratori Esplorativi e Modelli Interpretativi per l'Educazione Scientifica e Tecnologica*. Le attività hanno compreso: 4 Tavole rotonde e 1 Convegno (meccanica quantistica, donne in ambito tecnico scientifico, scienza e umanesimo, modelli e modellazione), 13 Seminari tematici, 2 Laboratori di Fisica (fisica moderna, meccanica quantistica) e 2 Contributi da classi di scuola superiore.

Il terzo Workshop è stato organizzato, 23-28 luglio 2007, come SCUOLA ESTIVA per ragazzi (con 377 domande di partecipazione per 50 posti) e insegnanti in formazione su: Percorsi di FISICA MODERNA, Relatività, Quantistica, Cosmologia, Superconduttività, e soprattutto ESPERIMENTI.

Dettagli del Master IDIFO nel sito: <http://idifo.fisica.uniud.it/uPortal/render.userLayoutRootNode.uP>.

8.2 • Autovalutazione e consolidamento delle competenze di base

Sono state avviate in alcune sedi delle sperimentazioni, in particolare di *e-learning*, che consentono agli studenti (ma anche agli insegnanti) in maniera autonoma di valutare e di consolidare le proprie competenze scientifiche soprattutto in fisica.

In particolare la sede di Cosenza ha avviato, con diversi Licei Scientifici e Classici, una sperimentazione didattica su «*Promozione dell'uso di materiale didattico innovativo e sua validazione sperimentale*», basata sul confronto tra didattica tradizionale e multimediale con lezioni, erogazione e valutazione di test somministrati agli studenti all'inizio e alla fine delle attività di sperimentazione.

Il Master, che si sviluppa in due anni, è stato organizzato in insegnamenti, telematici, raggruppati per moduli e per aree (generale, caratterizzante, progettuale, situata)

I materiali prodotti, disponibili sul sito appositamente realizzato, www.fis.unical.it/pls_fisica, sono di facile consultazione ed esportabilità e consistono in:

- *learning object* prodotti dall'Università e sperimentati presso le Scuole partecipanti, su Cinematica, Effetto fotoelettrico, Ottica.
- materiali prodotti dagli insegnanti delle Scuole: Iper testo sul tempo, Apparatto sperimentale e iper testo su «Pendolo di Foucault», Esperimenti realizzati con materiali di facile reperibilità su elettromagnetismo, elettrolisi, onde sonore, anelli risonanti; Iper testo su Einstein; Esperimento sul calorimetro delle mescolanze con annessa documentazione multimediale; Iper testo su «La conquista dell'infinito».

Nella sede di Camerino è stato realizzato, come prodotto della collaborazione fra docenti universitari e della Scuola, «Video VIP, *Video di esperimenti Interattivi e Parametrici*», prodotto multimediale accessibile sulla piattaforma Moodle: <http://www.elearning-unicam.it/>.

Una particolare «*Progettazione e realizzazione di percorsi didattici con esperienze*» è stata realizzata dalla sede di Roma «Tor Vergata», a partire dalla constatazione che alcune parti dell'insegnamento della fisica vengono insegnate meno frequentemente, come per esempio la fisica moderna, o con scarso supporto di esperienze didattiche, come nel caso della termodinamica. L'attività ha cercato quindi di sopperire a tale carenza con la progettazione e la realizzazione di appositi moduli didattici, in particolare tre, su Fisica moderna, Onde, Termodinamica.

I moduli sono stati progettati attraverso una strettissima collaborazione tra docenti della Scuola e Università e sono stati poi sperimentati nelle attività didattiche dei docenti progettisti e degli altri docenti coinvolti nel progetto.

I prodotti realizzati sono stati resi in formato digitale su tre CD-ROM per una più semplice utilizzazione da parte dei docenti nelle Scuole e per avere la possibilità di essere facilmente esportati tramite il download dal sito web del progetto locale, <http://people.roma2.infn.it/~gandola/INDEX.htm>.

Una revisione dei contenuti essenziali dei programmi di fisica è stato l'impegno della sede di Genova, che sono stati integrati in un *Syllabus* di discipline scientifiche di base per studenti delle Scuole superiori, indipendentemente dalla prosecuzione degli studi a livello universitario.

L'attività è svolta in sinergia con il Progetto «*Lauree Scientifiche*»-*Matematica* e trae origine dall'attività locale del GLUES (Gruppo di Lavoro integrato Università E Scuola). Nel *Syllabus* vengono proposti esperimenti di approfondimento ed esercizi numerici di consolidamento, con alcune esemplificazioni di argomenti affrontati in modo interdisciplinare. Viene sviluppato in unità didattiche e relative verifiche su: Esponenziali e logaritmi e applicazione alla datazione di un reperto archeologico; Parabola e sue applicazioni alla fisica;

I moduli sono stati progettati attraverso una strettissima collaborazione tra docenti della Scuola e Università e sono stati poi sperimentati nelle attività didattiche dei docenti progettisti e degli altri docenti coinvolti nel progetto

Funzioni trigonometriche e applicazioni ai moti alternati e al metodo della triangolazione per le misurazioni topografiche.

Nella messa a punto delle verifiche sugli argomenti proposti nelle unità didattiche è stata posta particolare attenzione non solo alla parte puramente tecnica ma anche all'analisi e comprensione di un testo collegato all'argomento e alla motivazione e chiarezza espositiva delle risposte.

Sulla lettura critica e comprensione di testi scientifici di divulgazione si basano due particolari e interessanti progetti, il «*Progetto Lettura-la curiosità fa lo scienziato*», della sede di Modena, sviluppato in un'attività integrata cui partecipano il Dipartimento di Fisica, le Scuole superiori e il Comune di Modena attraverso la rete delle biblioteche civiche. Si propone alle classi di lavorare su alcuni testi divulgativi riguardanti recenti progressi scientifici con l'obiettivo di stendere un articolo di carattere divulgativo sul tema scelto, per esempio nel 2007: *Nanomeraviglie – Natura e invenzione*.

L'attività si svolge con incontri tra organizzatori, insegnanti e studenti, lezioni introduttive e distribuzione dei libri, laboratori in classe guidati dagli insegnanti di fisica e di lettere, incontro-intervista con l'autore, conferenza serale dell'autore, valutazione degli elaborati, premiazione della classe che ha presentato il migliore elaborato e proposta di pubblicazione alla stampa locale.

L'altra sede è Pisa che ha proposto il Progetto «*Physics and Magazines: Laboratorio di letture scientifiche*», con attività laboratoriali di lettura critica e analisi di testi scientifici e relativa discussione, per esempio, sulla introduzione del concetto di campo in elettromagnetismo attraverso la lettura di alcuni articoli sui lavori di Faraday e di Ampère.

8.3 • Valorizzazione dei talenti

Diverse iniziative sono state proposte dalle sedi con l'obiettivo prevalente di dare a giovani particolarmente motivati e brillanti l'opportunità di vivere esperienze eccitanti, quali la partecipazione ad attività di ricerca attraverso soggiorni premio o stage presso laboratori di enti di ricerca.

Particolarmente interessante l'iniziativa di Roma Tre che ha organizzato un *Campo Scuola*, replicato nei due anni del PLS, in collaborazione con il museo del Balì di Saltare (PU), offrendo agli studenti (24 studenti accompagnati da 2 insegnanti) del Liceo Scientifico «Righi» di Roma la possibilità di trascorrere cinque giorni nella villa settecentesca che ospita il Museo del Balì, con lezioni tenute da docenti del Dipartimento di Fisica e attività pratiche di laboratorio (è stato prodotto un CD contenente i materiali delle lezioni e dei laboratori). Oltre alle attività didattiche sono state proposte attività ludiche ed escursioni pomeridiane in località di grande interesse storico, artistico o naturalistico.

Anche la sede di Siena ha organizzato uno *stage estivo*, a Piancastagnaio presso la Riserva Naturale del Pigelleto, dove in quattro giorni della prima settimana

Nel *Syllabus* vengono proposti esperimenti di approfondimento ed esercizi numerici di consolidamento, con alcune esemplificazioni di argomenti affrontati in modo interdisciplinare

di settembre alcuni studenti (35/40 per anno) di terza o quarta, scelti dalle scuole pilota, hanno partecipato a una scuola di orientamento estiva sulla fisica, in particolare sui temi «*Luce, colore, cielo: come vediamo il mondo e perché*» il 1° anno ed «*Energia*» il 2° anno.

È stato dato molto spazio alle attività di laboratorio svolte in piccoli gruppi di studenti che, pur sostenendo un ritmo di attività molto intenso tra seminari e laboratorio e serate di osservazione del cielo, hanno mostrato un vivo interesse per le attività proposte e si sono cimentati nell'esposizione finale di quanto osservato in laboratorio: www.unisi.it/fisica/laureescient/orientam/stage/index.htm.

Più piccoli i numeri di studenti, sei del 5° anno, scelti da una commissione esaminatrice, per lo *stage estivo* residenziale presso i Laboratori Nazionali INFN di Frascati, organizzato dalla sede di Bologna.

Molto coinvolgente il progetto DRAGO (Didattica in Rete Applicando i Gruppi On-line) presso la sede di Catania e organizzato dal polo distaccato di Ragusa, che ha interessato un folto gruppo di studenti che, da diverse scuole non solo della provincia di RG e della Sicilia, durante l'a.s. hanno colloquiato in rete, fra di loro e anche con docenti e tutor universitari, su tematiche di fisica, in particolare su «*Fluidodinamica e volo*» il 1° anno e su «*Il nucleo atomico dalla sua scoperta a oggi*» il 2° anno. L'attività si è conclusa con una «tre giorni residenziali» presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia-UniCT, dove i ragazzi, oltre a partecipare ad attività nei laboratori di ricerca, sono stati i relatori dei lavori da essi stessi prodotti (contenuti in due CD), come in una vera conferenza tematica.

8.4 • Promozione della fisica

Diverse le iniziative in questa linea di azione con l'obiettivo di far percepire la fisica come un'attività culturale che fuoriesce dai confini delle comunità degli addetti ai lavori e diventa parte costituiva della cultura diffusa nella società.

Fra le attività di promozione particolare attenzione meritano le iniziative della sede di Milano, legate a rappresentazioni teatrali. Infatti la scienza e la tecnica hanno un ruolo così importante e pervasivo nella cultura della modernità che è impensabile che un'attività culturale come il teatro possa evitare di trattarle. Naturalmente le biografie scientifiche sono quelle che meglio si prestano a una drammatizzazione. Per questo, per il Progetto «Lauree Scientifiche» è stato scelto di mettere in scena un'opera inedita per il pubblico italiano: *QED – Un giorno nella vita di Richard Feynman*. Lo spettacolo è stato organizzato in stretta collaborazione con Assolombarda e associato, nelle sue prime tre repliche all'iniziativa «Orientagiovani». L'opera rappresenta un grande carismatico fisico, Richard Feynman, Premio Nobel, in un momento particolare della sua esistenza. Nello spettacolo le intersezioni tra la vita privata, pubblica e scientifica

Molto coinvolgente il progetto DRAGO (Didattica in Rete Applicando i Gruppi On-line) presso la sede di Catania e organizzato dal polo distaccato di Ragusa

sono rese con eccezionale evidenza e aiutano a percepire lo scienziato come un individuo complesso totalmente e agevolmente immerso nella vita che gli scorre intorno e alla quale si abbandona con la lucidità e la perspicacia che lo contraddistinguono quando affronta problemi di fisica.

Ancora nella sede di Milano l'iniziativa «*Lo Spettacolo della Fisica*» ha visto la partecipazione attiva di studenti delle Scuole secondarie. Infatti lo Spettacolo è stato inserito dall'Ufficio Scolastico Regionale in un concorso rivolto agli studenti delle Scuole superiori dal titolo: «Lo spettacolo della fisica. Una classe secondaria adotta una classe primaria». Circa 600 studenti provenienti da Scuole superiori della Lombardia hanno assistito a due rappresentazioni dello spettacolo e hanno approfondito in classe con i loro insegnanti gli argomenti scientifici proposti nello spettacolo e le modalità di rappresentazione attraverso le tecniche teatrali. Gli insegnanti, in questa fase sono stati seguiti da due fisici del Dipartimento di Fisica.

La partecipazione degli studenti alle attività dello «*Spettacolo della Fisica*» è consistita nella visione dello spettacolo e nella realizzazione autonoma di alcuni esperimenti dello spettacolo attraverso la progettazione e la realizzazione di esperienze dimostrative per i bambini delle Scuole elementari. Sono stati coinvolti nell'iniziativa anche studenti dei primi anni del Corso di Laurea in Fisica sia per scopi didattici sia per permettere l'approfondimento di tematiche scientifiche, ma soprattutto per l'orientamento degli studenti delle Scuole superiori attraverso interlocutori giovani a loro più vicini.

In una reazione a catena, nella sede di Catania, insegnanti, tirocinanti SIS e studenti delle Scuole superiori hanno trasmesso entusiasmo e conoscenze a studenti delle Scuole superiori, medie ed elementari e loro familiari, attraverso l'allestimento di esperienze interattive in una mostra, presso un Liceo Classico della città, che ha visto lavorare a fianco docenti e studenti che, nel selezionare e costruire le esperienze da esporre e nel presentarle ai coetanei in visita, hanno potuto imparare le meraviglie della fisica. La mostra ha riscosso un grande successo di pubblico e tutte le esperienze costruite da studenti e insegnanti sono state raccolte in un CD e in un libretto messo a disposizione delle Scuole.

Altre attività promozionali che hanno suscitato particolare interesse presso i giovani sono stati gli incontri organizzati, in uno o due giorni, in diverse sedi, dove sono state presentate carriere di successo di fisici, nella ricerca, nell'editoria scientifica, nella finanza, nella ricerca industriale, nella scuola, nelle applicazioni forensi, nella sanità, nelle scienze spaziali, nell'informatica, nel sistema europeo dei brevetti, ecc.

Queste iniziative hanno suscitato la curiosità degli studenti che hanno avuto l'opportunità non solo di ascoltare ma soprattutto di interloquire con fisici provenienti dal mondo delle professioni, per ricevere una risposta reale alla domanda più frequente dei giovani che si accingono alla scelta universitaria.

La scienza e la tecnica hanno un ruolo così importante e pervasivo nella cultura della modernità che è impensabile che un'attività culturale come il teatro possa evitare di trattarle

In particolare sono da segnalare le seguenti iniziative.

- «*I mestieri del fisico*» a Bologna, <http://www.bo.infn.it/orientamento/mestierefisico.htm>
- «*Il mestiere del fisico*» a Modena, che nel secondo giorno continua con «*Fisico per un giorno*», in cui gli studenti provano per un pomeriggio una delle professioni illustrate il giorno precedente.
- «*Università e Imprese*» organizzato a Messina, in cui le imprese del territorio hanno esposto le loro esigenze di laureati in discipline scientifiche.
- «*Laureati in Fisica e mondo del lavoro*» a Napoli, che ha dato voce soprattutto alle imprese.
- «*I mestieri dei fisici*» nella sede di Parma, che organizza incontri di questo tipo articolati in più giorni.
- «*I mestieri della fisica*» a Siena, con la partecipazione di rappresentanti di Confindustria-Siena e alcuni esponenti di imprese del territorio senese che hanno descritto che cosa può fare un fisico nella loro realtà lavorativa.

Con la stessa finalità, la sede di Torino ha prodotto un DVD per presentare la figura del fisico attraverso interviste fatte con laureati in Fisica attualmente impegnati in vari ambiti lavorativi.

9 • I SITI DEI PROGETTI LOCALI

Per reperire informazioni dettagliate e materiali non solo sulle attività brevemente descritte nel paragrafo precedente, si riportano gli indirizzi dei siti web dei progetti locali.

Altre attività
promozionali
che hanno
suscitato
particolare
interesse
presso i giovani
sono stati
gli incontri
organizzati
in diverse sedi,
dove sono
state
presentate
carriere
di successo
di fisici

Sede universitaria	Sito
Catania Coordinamento	www.laureescientifiche-fisica.org
Alessandria	www.mfn.unipmn.it/Corsi-di-L/Fisica1/Orientamento/
Bari	www.uniba.it/novita/fondiMIUR_iscrizioni.htm
Bologna	www.bo.infn.it/orientamento/laureescientifiche.htm
Brescia-«Cattolica Sacro Cuore»	www.dmf.unicatt.it/~sangalet/PLS/index.htm
Camerino	http://www.elearning-unicam.it/
Catania	www.ct.infn.it/laureescientifichec Catania
Como	www.dfm.uninsubria.it/pls
Cosenza	www.fis.unical.it/pls_fisica/
Ferrara	http://df.unife.it/ls/
Firenze	http://hep.fi.infn.it/wyp2005/openlab/
Genova	www.fisica.unige.it/pls
L'Aquila	www.fisica.aquila.infn.it/
Lecce	www.fisica.unile.it/laureescientifiche
Messina	http://ww2.unime.it/cdlfisica/PRScientifiche.htm
Milano	www.viagonzagadue.it/pls
Milano «Bicocca»	http://moby.mib.infn.it/~labex/labex.html
Modena	www.physicscom.unimore.it/
Napoli «Federico II»	www.na.infn.it
Padova	http://pls.fisica.unipd.it/
Palermo	www.astropa.unipa.it/Lauree_Scientifiche/
Parma	http://progettols.campusnet.unipr.it/cgi-bin/campusnet/home.pl
Pavia	www.viagonzagadue.it/ www.iscra.net/sn18/ collegato al sito www.istitutomaserati.it/Sito_SU18/index.htm
Perugia	http://lariccia-pc2.pg.infn.it/moodle/
Pisa	www.df.unipi.it/~guada/PLSF/
Roma «La Sapienza»	www.phys.uniroma1.it/DipWeb/PLS/PLS_home.html
Roma «Tor Vergata»	http://people.roma2.infn.it/~gandola/INDEX.htm
«Roma Tre»	www.fis.uniroma3.it/~pls/index.htm .
Siena	www.unisi.it/fisica/laureescient/
Torino	www.scienzemfn.unito.it/orientamento/materiale_scuole.htm – http://studiarefisica.ph.unito.it/
Trento	http://it.groups.yahoo.com/group/lausciTN2005/
Trieste	www.laureescientifiche.units.it/
Udine	www.uniud.it/didattica/facolta/scienze/progetti/index_html/progetto_lauree

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

Sede	Ist. scol.	Assoc. ind.	Altri enti	Pers. Univ.	Pers. scuola	Altro pers.	Ore totali	Ore a carico progetto	Costo prog.
Alessandria	8	0	4	10	20	6	1.120	879	29.899
Bari	11	1	3	16	11	2	2.618	1.550	94.897
Bologna	32	0	4	18	37	33	4.000	2.512	92.376
Brescia «Cattolica»	21	1	9	6	35	12	1.629	1.096	40.348
Camerino	17	6	3	11	2	13	992	467	52.678
Catania	85	6	11	22	104	19	5.355	2.188	93.381
Como	8	2	3	5	12	5	1.036	486	30.554
Cosenza	14	3	9	29	14	15	1.620	1.620	117.298
Ferrara	6	0	4	21	17	13	3.380	1.212	53.625
Firenze	54	0	6	12	29	31	4.509	2.897	107.079
Genova	31	1	4	32	27	34	4.430	1.557	94.783
L'Aquila	6	1	6	15	2	2	1.410	0	66.535
Lecce	5	3	2	10	31	5	1.990	803	71.550
Messina	12	1	5	6	15	3	1.081	399	43.940
Milano	53	2	4	36	27	9	7.862	4.030	136.127
Milano «Bicocca»	15	0	3	6	9	1	1.600	680	103.791
Modena	19	0	3	14	7	7	2.272	997	122.631
Napoli «Federico II»	16	1	8	15	14	11	2.785	1.560	77.945
Padova	32	1	7	15	41	26	4.479	1.611	75.693
Palermo	7	1	3	7	30	1	9.234	960	46.735
Parma	16	0	3	25	30	26	2.400	1.664	81.892
Pavia	15	2	9	32	12	23	2.498	1.162	71.343
Perugia	18	2	5	11	1	9	975	210	96.153
Pisa	31	0	3	20	59	4	0	0	84.945
Roma «La Sapienza»	7	0	6	13	28	5	2.144	1.347	86.643
Roma «Tor Vergata»	6	1	4	4	13	4	4.952	2.772	91.175
«Roma Tre»	6	1	4	10	17	5	4.450	2.333	64.983
Siena	10	0	8	15	31	13	2.803	474	26.004
Torino	80	3	4	17	14	4	4.041	1.719	96.443
Trento	10	0	2	3	31	7	2.354	1.367	72.701
Trieste	35	1	8	14	28	13	4.270	4.270	146.472
Udine	9	3	22	37	11	11	4.770	930	88.656
Catania trasversale	0	2	3	1	0	3	3.800	930	51.610
TOTALE	695	45	182	508	759	375	102.859	46.682	2.610.885

Tabella 2.2 • Fisica – Enti, per sede e per tipo – Complessivo nei due anni

Sede	Università	Istituto scolastico	Azienda privata	Ente pubblico	Associazione	Altro
Alessandria	1	8	0	3	0	0
Bari	1	11	0	2	1	0
Bologna	3	32	0	1	0	0
Brescia «Cattolica»	3	21	4	2	1	0
Camerino	1	17	2	0	6	0
Catania	2	85	2	7	6	0
Como	1	8	0	2	2	0
Cosenza	1	14	6	2	3	0
Ferrara	1	6	1	2	0	0
Firenze	4	54	0	2	0	0
Genova	1	31	2	1	1	0
L'Aquila	1	6	1	4	1	0
Lecce	1	5	0	1	3	0
Messina	1	12	4	0	1	0
Milano	1	53	0	3	2	0
Milano «Bicocca»	2	15	0	1	0	0
Modena	1	19	0	2	0	0
Napoli «Federico II»	1	16	3	2	1	2
Padova	4	32	0	2	1	1
Palermo	2	7	0	1	1	0
Parma	1	16	0	1	0	1
Pavia	2	15	5	2	2	0
Perugia	1	18	1	3	2	0
Pisa	1	31	0	2	0	0
Roma «La Sapienza»	1	7	4	1	0	0
Roma «Tor Vergata»	1	6	2	1	1	0
«Roma Tre»	1	6	1	2	1	0
Siena	2	10	4	2	0	0
Torino	1	80	0	3	3	0
Trento	1	10	1	0	0	0
Trieste	3	35	1	3	1	1
Udine	15	9	4	2	3	1
Catania trasversale	2	0	0	1	2	0
TOTALE	65	695	48	63	45	6

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

Tipologia	Ore 1° anno	%	Ore 2° anno	%	Totale ore	% su totale ore	Media ore persona
UNIV. RUOLO-DOCENTE	16.822	32,3	15.778	31,4	32.600	31,8	78
UNIV. RUOLO-ALTRO	4.644	8,9	4.397	8,8	9.041	8,8	99
SCUOLA RUOLO-DOCENTE	16.175	31,0	16.787	33,4	32.962	32,2	44
SCUOLA RUOLO-ALTRO	230	0,4	296	0,6	526	0,5	29
ASS. INDUSTRIALI	596	1,1	586	1,2	1.182	1,2	30
IMPRESE	548	1,1	594	1,2	1.142	1,1	34
ALTRI ENTI	1.423	2,7	1.925	3,8	3.348	3,3	41
A CONTRATTO	11.722	22,5	9.848	19,6	21.570	21,1	98
TOTALE	52.160		50.211		102.371		

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

Sede	N. Istituti scolastici		N. studenti		N. insegnanti	
	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno	nei 2 anni	1° anno
Alessandria	8	6	2.130	1.140	116	63
Bari	11	11	12	12	14	9
Bologna	32	25	735	361	98	51
Brescia «Cattolica»	21	19	613	280	61	16
Camerino	17	12	248	77	17	10
Catania	85	39	943	370	232	116
Como	8	5	406	106	24	22
Cosenza	14	13	1.564	444	55	28
Ferrara	6	5	310	155	39	26
Firenze	54	50	1.929	1.397	68	63
Genova	31	30	754	545	76	45
L'Aquila	6	7	465	131	44	17
Lecce	5	5	650	0	49	31
Messina	12	9	1.220	385	68	24
Milano	53	30	621	621	44	44
Milano «Bicocca»	15	7	158	20	30	7
Modena	19	13	1.702	191	33	13
Napoli «Federico II»	16	16	548	209	48	27
Padova	32	32	0	0	19	0
Palermo	7	11	0	75	9	59
Parma	16	14	3.209	0	78	0
Pavia	15	18	613	104	80	18
Perugia	18	17	801	0	93	0
Pisa	31	26	1.372	700	86	52
Roma «La Sapienza»	7	5	1.215	574	70	27
Roma «Tor Vergata»	6	6	120	120	18	18
«Roma Tre»	6	11	0	547	3	71
Siena	10	9	397	307	26	27
Torino	80	80	1.982	1.982	144	144
Trento	10	7	473	122	40	18
Trieste	35	27	140	70	2	1
Udine	9	9	0	0	0	0
Catania trasversale	0	0	0	0	0	0
TOTALE	695	574	25.330	11.045	1.784	1.047

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

	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti?	1,2	5,7	45,7	47,4
10. L'attività è stata impegnativa?	12,2	41,1	33,7	12,9
11. La tua preparazione scolastica era sufficiente per seguire l'attività?	5,3	21,9	49,3	23,5
12. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	2,3	8,2	39,2	50,4
13. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	3,4	11,5	49,9	35,1
14. I docenti sono stati chiari?	1,1	5,5	42,3	51,1
15. Le attività svolte sono state utili per capire meglio cos'è la fisica?	3,8	14,0	48,1	34,2
16. Le attività svolte ti saranno utili nella scelta dei tuoi studi futuri?	16,0	31,5	31,9	20,5
17. Valeva la pena di partecipare all'attività?	1,6	4,7	37,5	56,2

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

	Per nulla	Qualche volta	Molto
18. spiegazioni teoriche da parte dei docenti	3,9	32,1	64,0
19. dimostrazioni sperimentali e pratiche da parte dei docenti	8,9	33,9	57,2
20. lavori individuali e di gruppo da parte degli studenti	20,3	33,0	46,7
21. attività sperimentali e pratiche da parte dagli studenti	13,7	36,8	49,5

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

A. all'aspetto sperimentale e pratico	7.323	30%
B. all'aspetto formale	622	3%
C. all'inquadramento storico	884	4%
D. alle ricerche fondamentali più recenti	5.167	21%
E. alle relazioni con altre discipline e alle applicazioni tecnologiche	4.467	18%
F. alle implicazioni nella vita quotidiana	5.683	23%
G. altro	177	1%
Totale indicazioni	24.323	

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

A. Valutazione dell'attività nel suo insieme	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
9. Ha contribuito alla progettazione dell'attività?	44,7	21,2	15,6	18,5
10. Ha partecipato attivamente alla realizzazione dell'attività?	26,2	17,5	22,9	33,4
11. Ha trovato positiva la collaborazione con i docenti universitari?	0,7	2,4	17,7	79,2
12. L'attività è stata pesante per i suoi impegni?	31,2	37,0	25,4	6,4
13. Lo svolgimento dell'attività ha rispettato quanto era previsto?	0,8	2,9	34,8	61,6
14. I locali e l'attrezzatura a disposizione erano adeguati?	0,4	2,8	27,4	69,4
15. I materiali scritti (schede o dispense) utilizzati per le attività erano chiari?	0,5	3,6	33,6	62,3
16. Gli interventi dei docenti universitari sono stati efficaci?	0,4	1,8	21,0	76,8
B. Valutazione della ricaduta didattica	Decisamente NO	Più NO che Sì	Più Sì che NO	Decisamente Sì
17. I contenuti delle attività erano diversi rispetto a quelli che si insegnano a scuola?	21,7	32,0	35,7	10,6
18. Gli studenti hanno potuto svolgere un ruolo attivo?	4,6	16,3	36,9	42,2
19. I contenuti erano accessibili con le conoscenze degli studenti?	0,9	8,3	55,6	35,2
20. Le attività hanno stabilito collegamenti con altre discipline?	10,1	35,9	38,0	16,0
21. Le attività sono state stimolanti per gli studenti?	0,6	2,4	31,8	65,2
22. Le attività sono state utili ad aumentare la comprensione della fisica?	0,8	3,2	34,9	61,1
23. Ha avuto spunti didattici utili relativamente ai contenuti o alle metodologie?	1,1	8,6	43,5	46,7
24. In conclusione, dà un parere positivo sulla attività svolta?	0,2	1,4	17,7	80,7