



ATTIVITÀ di OUTREACH e DIVULGAZIONE BIENNIO 2016-2017



ATTIVITÀ DI OUTREACH E DIVULGAZIONE
BIENNIO 2016-2017

ATTIVITÀ DI OUTREACH
E DIVULGAZIONE
BIENNIO 2016-2017

ISBN 978-88-7607-172-0

DIRITTI DI AUTORE RISERVATI
Copyright 2018 Satura Editrice s.r.l.
via G. Gigante, 204 - 80128 Napoli
tel. 081 5788625 - fax 081 5783097
sito web: www.saturaeditrice.it
e-mail: saturaeditrice@tin.it

SOMMARIO

Prefazione.....	pag.	7
1. Introduzione.....	»	9
2. Attività di divulgazione.....	»	13
2.1. Antonio Barone Lectures	»	13
2.2. I cicli di seminari divulgativi presso Città della Scienza.....	»	15
2.3. Fisica tra le Onde	»	16
2.4. Olimpiadi della Fisica.....	»	17
3. Attività per le scuole	»	18
3.1. Il Progetto Lauree Scientifiche.....	»	18
3.2. Masterclass in particelle elementari.....	»	25
3.3. Progetti di Alternanza Scuola Lavoro.....	»	26
4. Formazione continua degli insegnanti.....	»	30
4.1. I corsi di formazione per insegnanti di Fisica	»	30
4.2. La scuola estiva “Didattica delle scienze integrate nelle scuole superiori di primo e secondo grado”	»	32
4.3. Il progetto F2S	»	35
4.4. Il gruppo di lavoro per la didattica laboratoriale della fisica.....	»	37
5. Attività di orientamento.....	»	38
5.1. Gli “Open day” della Scuola Politecnica e delle Scienze di base.....	»	39
5.2. Altre manifestazioni di orientamento	»	40
6. Partecipazione ad eventi locali e nazionali di diffusione della cultura scientifica.....	»	42
6.1. Notte Europea dei Ricercatori	»	42
6.2. Futuro Remoto	»	45
6.3. Art & Science across Italy.....	»	49

Sommario

Appendici - Materiali prodotti

A1. Abstract dei seminari di Fisica a Città della Scienza 2017	pag.	57
A2. Report sul test simulato di autovalutazione degli studenti di scuola secondaria superiore	»	68
A3. Report sullo stato degli studenti immatricolati in Fisica ai primi tre anni del CDS in fisica.....	»	85
A4. Sinopsi dei seminari integrati, metodologici e dei laboratori della I Scuola Estiva PLS.....	»	109

Prefazione

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Napoli Federico II è intitolato a Ettore Pancini, un grande scienziato che è stato professore a Napoli negli anni '60 e '70 del secolo scorso e che ha svolto fondamentali ricerche sui raggi cosmici, ed in particolare sulle particelle chiamate "muoni". Al Dipartimento fanno capo quasi 130 professori e ricercatori, circa 50 assegnisti di ricerca e borsisti e 20 unità di personale tecnico amministrativo. Il Dipartimento è inserito organizzativamente nella Scuola Politecnica e delle Scienze di Base che è una struttura "federativa" dei Dipartimenti dell'Area Tecnico-Scientifica dell'Ateneo federiciano, istituita con la finalità di coordinarne le iniziative in campo didattico, scientifico e di "terza missione", e di stimolare l'integrazione disciplinare.

Oltre a supportare l'insegnamento della fisica in tutti i corsi di laurea tecnico-scientifici dell'Ateneo, il Dipartimento gestisce direttamente tre corsi di laurea: uno triennale in fisica (con circa 150 immatricolati all'anno), uno magistrale in fisica (con circa 50 immatricolati all'anno) e uno triennale professionalizzante in ottica e optometria (circa 50 immatricolati all'anno). Completa l'offerta formativa il corso di Dottorato di ricerca in Fisica, ora giunto al XXXIII ciclo, che è frequentato in media da 15-20 studenti per ciclo, in parte stranieri, per un totale di 40 dottorandi dei cicli attivi.

Il Dipartimento ospita o collabora strettamente con prestigiosi istituti di ricerca, quali la Sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e numerosi istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) quali, ad esempio, il centro SPIN, che si occupa di superconduttività e materiali innovativi, l'ISASI, che si occupa di scienze applicate e di sistemi intelligenti, l'IMAA, che si occupa di Metodologie per l'Analisi Ambientale, l'INO che è l'Istituto Nazionale di Ottica, nonché con altri istituti o agenzie altrettanto importanti come per esempio l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze Fisiche della Materia (CNISM). Sarebbe difficile condurre le attività di ricerca del Dipartimento senza le sinergie con i su citati enti di ricerca.

Numerose sono le tematiche scientifiche che sono oggetto delle attività di ricerca dipartimentali, che si svolgono sia in sede sia presso laboratori di ri-

cerca in Italia e all'estero. Le attività di ricerca spaziano su pressoché tutti i più importanti settori della fisica, sia sperimentale sia teorica e, in gran parte, sono svolte nell'ambito di prestigiose collaborazioni nazionali ed internazionali.

Non è questa la sede per elencare le moltissime ricerche di punta in corso nel Dipartimento e, a citarne solo alcune, si farebbe torto a troppi. Mi limito qui a dire che le attività sono organizzate in sei aree scientifiche (o sezioni dipartimentali): fisica subnucleare, fisica astroparticellare, fisica nucleare, fisica della materia, fisica teorica e fisica dell'universo. Invito chiunque sia interessato a visitare le pagine web del Dipartimento, www.fisica.unina.it.

Desidero però sottolineare che la maggior parte delle ricerche sperimentali implica la collaborazione con industrie ad alta tecnologia e favorisce quindi non solo le interazioni con il territorio e il trasferimento tecnologico, ma anche la formazione degli studenti allo sviluppo e all'utilizzo di tecnologie avanzate (sia hardware che software) che sono oggi molto appetite dal mondo industriale.

Attività come la brevettazione, il trasferimento tecnologico e l'avvio di attività imprenditoriale da parte degli studiosi tramite gli spin-off sono sempre più oggetto di impegno da parte del Dipartimento e costituiscono opportunità di sviluppi futuri e di impiego per i giovani.

Notevole è anche l'impegno in attività di formazione, divulgazione scientifica e orientamento, svolte in sinergia con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base e nella maggior parte dei casi in collaborazione con gli enti di ricerca (in primis l'INFN e il CNR), con le scuole e con altre istituzioni della Città.

Di ciò tratta questo volume, che descrive, seppure in modo necessariamente non esaustivo, le attività svolte negli ultimi anni.

Concludo ringraziando il Gruppo di Lavoro "Outreach e Divulgazione" del Dipartimento, coordinato dal prof. Umberto Scotti di Uccio, e i tanti colleghi e studenti che con il loro grande impegno e entusiasmo costituiscono il vero motore di tutte le nostre iniziative.

Leonardo Merola
(*Direttore del Dipartimento*)

1. Introduzione.

Il Decreto del Ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca del 30 gennaio 2013, n. 47, identifica con tre parole chiave le linee sulle quali si sviluppa l'attività degli Atenei: insegnare, conoscere e comunicare. Quest'ultimo termine identifica la cosiddetta "terza missione" dell'Università.

Il gruppo di lavoro "*Outreach e Divulgazione*" coordina parte dell'azione del Dipartimento nell'ambito della terza missione. Il principale compito riguarda l'ambito delle attività educative senza scopo di lucro, il cosiddetto "public engagement". In particolare, il gruppo segue:

- la redazione di pubblicazioni divulgative e informative sulle attività culturali del Dipartimento;
- la partecipazione a eventi pubblici organizzati da altri soggetti (ad esempio, festival, fiere scientifiche, ecc.);
- l'organizzazione di iniziative divulgative rivolte al pubblico (ad esempio, la Notte dei Ricercatori);
- l'organizzazione di giornate di formazione e di corsi di formazione continua (rivolti ai docenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado);
- l'organizzazione di altri eventi di pubblico interesse aperti alla comunità;
- le iniziative di orientamento (ad esempio gli "Open day" in collaborazione con i Corsi di Studio del Dipartimento, basandosi sulle linee guida da loro emanate);
- le interazioni con il mondo della scuola, e in particolare lo sviluppo del Piano Lauree Scientifiche e dell'Alternanza Scuola Lavoro;
- la rappresentanza del Dipartimento nelle occasioni riguardanti la terza missione;
- i rapporti con le Istituzioni di Ateneo che si occupano dei temi sopracitati e, in particolare, con la Scuola Politecnica e delle Scienze di base e il Collegio di Scienze di questa Scuola; con i Centri di Ateneo; con il gruppo di lavoro Federico II nella Scuola (F2S);
- la pubblicazione sul sito web del Dipartimento www.fisica.unina.it delle notizie sulle attività di Outreach e divulgazione in corso.

Nel corso del biennio 2016-2017, il gruppo di lavoro è stato costituito da Carlo Altucci, Antonio Emolo, Giuseppe Longo, Lorenzo Manti, Paolo Masarotti, Umberto Scotti di Uccio (coordinatore), Italo Testa. Nelle diverse attività, il gruppo è stato però sempre affiancato da tutti i membri del Dipartimento. Questo spirito collaborativo ha mostrato i suoi frutti: alla già intensa attività di terza missione condotta dai singoli, si è andata nel tempo sommando una lunga lista di eventi ed iniziative organizzati in comune.

Questo rapporto di attività non ha la pretesa di essere esaustivo. Le principali iniziative dipartimentali nei settori di interesse sono riportate in modo sintetico, soprattutto allo scopo di presentare un contesto culturale effervescente e in rapida crescita, e per dimostrare l'entusiasmo che anima tutti i membri del Dipartimento di Fisica quando sono chiamati, in una maniera o nell'altra, a *comunicare scienza* (Figura 1.1).



Figura 1.1: Il ruolo dell'Università così come ridisegnato dalle più recenti riforme.

Vorrei chiudere questa breve introduzione con alcuni ringraziamenti. Non è questione formale: l'attività di cui raccontiamo in queste pagine vive e respira il clima dello scambio e della più ampia condivisione culturale.

Sul piano istituzionale, mi preme ricordare la sinergia con i colleghi della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base e, in particolare, il sostegno costan-

te della Direzione del Prof. Piero Salatino ai temi della Terza Missione. Nell'ambito della Scuola, il Collegio di Scienze ha poi rappresentato non solo un riferimento costante, ma anche un luogo di incontro operativo, coordinato dalla prof.ssa Maria Rosaria Iesce. Tra le strutture di Ateneo vorrei infine ricordare la commissione "F2 Cultura" che coordina le attività culturali dell'ateneo, e la commissione "Federico II nella Scuola" (F2S), *trait d'union* tra le diverse aree culturali della nostra Università, di ambito scientifico e umanistico, e il mondo della Scuola Secondaria.

Vorrei ringraziare la Sezione INFN di Napoli, e in particolare il suo Direttore Giovanni La Rana, per la grande sensibilità ai temi della divulgazione scientifica e per il consolidamento della collaborazione con il Dipartimento su tutti i temi della Terza Missione. Ringrazio poi l'Unità di Napoli CNR-SPIN, nella figura del Responsabile Giovanni Piero Pepe, col quale si è avviata una comune strategia di comunicazione in tante manifestazioni, ma non dimentico le importanti occasioni di collaborazione con vari altri Istituti quali il CNR (ISASI tra questi) e l'INAF (in particolare l'Osservatorio Astronomico di Capodimonte). All'elenco aggiungo infine le istituzioni culturali operanti sul territorio, con cui tanti eventi sono stati progettati o sono in via di definizione: la Fondazione IDIS - Città della Scienza; l'Accademia Pontaniana, la Società Nazionale di Scienze, Lettere e Arti; l'Istituto Italiano di Studi Filosofici.

Vorrei menzionare con particolare affetto l'associazione PONYS (Physics and Optics Naples Young Students), che unisce gli studenti di Fisica del Dipartimento, dalle matricole ai dottorandi. I PONYS hanno ottenuto significativi riconoscimenti a livello locale e internazionale per l'impegno e la capacità dimostrati nella divulgazione scientifica, concretizzatisi nell'organizzazione autonoma di moltissimi eventi; qui mi preme ricordare la disponibilità dei PONYS alla collaborazione, al sostegno e alla condivisione degli eventi dipartimentali. Complimenti, ragazzi!

Infine, un ringraziamento a tutti coloro che hanno collaborato a realizzare questo report: innanzitutto il dott. Italo Testa e tutti i membri del gruppo di lavoro, e con loro un grazie a Giuliana Capasso, Giovanni Chiefari, Giovanni de Lellis, Emiliano Di Gennaro, Silvia Galano, Alessandro Zappia.

Umberto Scotti di Uccio
(*Coordinatore gruppo Outreach e Divulgazione*)

2. Attività di divulgazione.

Il Dipartimento ha una forte sensibilità sul tema della divulgazione scientifica. Le attività di divulgazione si svolgono in forma varia e articolata, sia con l'organizzazione di iniziative culturali, sia con l'incoraggiamento alla partecipazione dei membri alle iniziative promosse da altri Enti.

Nel seguito sono riportati alcuni dettagli che riguardano due progetti particolarmente importanti: le “Antonio Barone Lectures” e il Ciclo di Seminari presso Città della Scienza.

2.1. Antonio Barone Lectures.

Le “Antonio Barone Lectures” sono state istituite nel 2014 e intitolate alla memoria del Professore Antonio Barone, già membro di questo Dipartimento e ricercatore di fama internazionale.

Le lectures si propongono come un ciclo di seminari di eccellenza, nei quali il pubblico incontra personalità scientifiche di grande prestigio. Lo scopo è naturalmente quello di diffondere la cultura scientifica al più alto livello, ma di non secondaria importanza è anche l'impegno nel testimoniare e promuovere l'inserimento del Dipartimento nel contesto della ricerca di eccellenza.

Le lectures sono indirizzate a un pubblico interessato e informato sui temi generali della ricerca scientifica, ma non necessariamente esperto negli ambiti specialistici. Non a caso, agli eventi, partecipano con interesse gli studenti di ogni grado iscritti ai Corsi di Studio del Dipartimento, ma anche i membri del Dipartimento di Fisica e di altri dipartimenti dell'Ateneo interessati a temi interdisciplinari, oltre a molti docenti di Fisica della Scuola secondaria superiore e altri appassionati ai *fatti* scientifici.

Di seguito l'elenco degli incontri fin qui tenuti (Figura 2.1):

- Il primo dei colloquia si è tenuto il 20 febbraio 2014 e ha visto la partecipazione di Anthony J. Leggett, premio Nobel per la Fisica 2003 (Figura 2.2).
- Il successivo colloquium, tenutosi il giorno 11 febbraio 2015, ha visto la partecipazione di Gerardus 't Hooft, premio Nobel per la Fisica 1999.

Attività di divulgazione

- Il terzo colloquium, tenutosi il 16 dicembre 2015, ha visto la partecipazione di Piero Benvenuti, Segretario Generale dell'Unione Astronomica Internazionale
- Il quarto colloquium si è tenuto il 30 gennaio 2017, in occasione del conferimento della Laurea magistrale in Fisica Honoris Causa al prof. Takaaki Kajita, premio Nobel per la Fisica 2015.
- Il quinto colloquium si è tenuto il 15 settembre 2017 e ha visto la partecipazione di Michael Victor Berry, scopritore della “fase di Berry” e vincitore della medaglia Dirac.

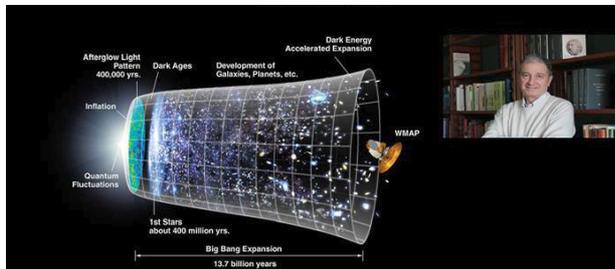
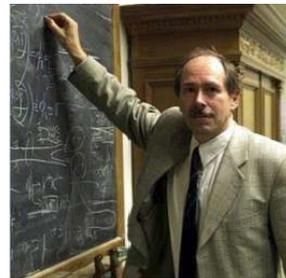
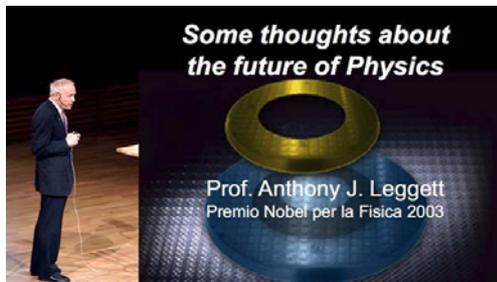


Figura 2.1: Estratti dalle locandine delle Antonio Barone Lectures dal 2014 al 2017.



Figura 2.2: Il premio Nobel Anthony J. Leggett durante la prima Antonio Barone lecture.

2.2. I cicli di seminari divulgativi presso Città della Scienza.

Da anni la Fondazione IDIS organizza presso Città della Scienza un ciclo annuale di seminari di Fisica, con la collaborazione di vari membri del Dipartimento e della Sezione di Napoli dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

Nel 2017 il Dipartimento, in collaborazione con INFN, ha lanciato un'iniziativa volta a rafforzare in modo molto significativo l'offerta culturale, arrivando a presentare un ciclo di oltre venti seminari di Fisica. L'iniziativa ha riscosso molto successo, incoraggiando tutti gli Enti coinvolti a renderla un appuntamento stabile.

I seminari, rivolti al pubblico ampio ma seguiti principalmente dagli studenti delle Scuole superiori, trattano di argomenti che spaziano dalla crisi della fisica classica fino ad arrivare ad alcune delle ricerche più avanzate nella fisica moderna trattandone le problematiche più affascinanti e cruciali: dal macrocosmo al microcosmo; dallo studio dei neutrini alla scoperta del bosone di Higgs, dalla nascita delle stelle ai fenomeni più catastrofici dell'Universo. In Appendice A1 sono riportati gli abstract dei seminari di questa prima edizione dell'iniziativa.

Il ciclo del 2018 è stato già presentato e include, ancora una volta, circa venti titoli. Sarà inclusa una sezione dedicata ai grandi temi della fisica: i concetti di massa, di energia, di tempo, di materia e di radiazione saranno sviluppati con l'intento di dare un contributo alla formazione degli studenti liceali dell'ultimo anno.

2.3. Fisica tra le Onde.

“Fisica tra le Onde” è un’iniziativa di divulgazione scientifica per gli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori promossa dalla Sezione di Napoli dell’INFN e dal Dipartimento, in collaborazione con la Sezione di Napoli della Lega Navale Italiana (LNI), che si rivolge agli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori (Figura 2.3). L’attività velica si è rivelata essere un laboratorio particolarmente adatto ai ragazzi delle scuole per scoprire la fisica che si nasconde dietro una divertente uscita in barca a vela: dal principio di Archimede che garantisce il galleggiamento della barca, al meccanismo di propulsione basato sulle forze esercitate dall’acqua e dal vento, alla necessità di correggere le misure del sistema globale di posizionamento (GPS) usando la teoria della relatività di Einstein. Quest’anno le attività hanno coinvolto sei scuole superiori della provincia di Napoli (Istituto Statale “S. Pertini” di Afragola, Liceo “Lucio Anneo Seneca” di Bacoli, Liceo Ginnasio Classico Statale “A. Genovesi” di Napoli, Liceo Scientifico Statale “L.B. Alberti” di Napoli, Liceo Scientifico Statale “Galileo Galilei” di Napoli, Liceo Scientifico Statale “Renato Caccioppoli” di Napoli) per un totale di circa 120 studenti.



Figura 2.3: Locandina della manifestazione Fisica tra le Onde 2017.

Attraverso i seminari, le attività didattiche sul molo (carteggio, uso del sestante, etc.) ed uscite in barca con un fisico al seguito, i ragazzi hanno avuto modo di comprendere, divertendosi, i principi fisici che permettono ad una

barca a vela di navigare. La partecipazione degli studenti alle attività presso la lega è stata completamente gratuita, l'iscrizione degli studenti alla Lega Navale per l'anno in corso è stata a carico dell'INFN¹.

2.4. Olimpiadi della Fisica.

Il Dipartimento, nell'ambito dell'edizione 2016/17 delle Olimpiadi della Fisica, nel gennaio 2017, ha offerto un ciclo di lezioni in preparazione della Gara di secondo livello (Gara Interprovinciale, tenutasi a febbraio 2017) agli studenti che avevano superato la Gara di primo livello svoltasi a dicembre 2016 nei vari Istituti di istruzione secondaria che avevano aderito all'iniziativa. Le lezioni offerte dal Dipartimento hanno avuto come obiettivo quello di fornire metodi risolutivi di problemi di Fisica Generale, coprendo argomenti di Meccanica, Elettromagnetismo, Termodinamica e Ottica. In aula erano presenti circa 60 studenti provenienti da 18 Istituti secondari delle scuole di Napoli e provincia, prevalentemente Licei Scientifici.

¹ Una documentazione per immagini e video dell'iniziativa è disponibile al seguente indirizzo: <http://people.na.infn.it/celebrazioni/>

3. Attività per le scuole.

Nell'ambito delle attività di Terza Missione, il Dipartimento rivolge un'attenzione speciale per il mondo della scuola. In questa sezione sono descritte le principali iniziative in corso, con un occhio ai numeri che testimoniano l'altissimo livello dell'impegno profuso in passato, e un altro rivolto al futuro.

In primo piano c'è innanzitutto la partecipazione al Piano Lauree Scientifiche (PLS), che il MIUR rinnova da vari anni e che è ormai giunto nella fase della piena maturità. Al PLS sono dedicati nel seguito vari paragrafi, in modo da dare spazio alla descrizione particolareggiata delle finalità e delle attività svolte.

Alle iniziative del PLS si sono recentemente aggiunte quelle che ricadono nell'ambito dell'Alternanza Scuola-Lavoro (ASL), e di cui si parlerà nel seguito.

Infine, sarà presentato il contesto delle iniziative di orientamento in ingresso, e cioè delle iniziative con le quali il Dipartimento presenta alla platea degli studenti potenzialmente interessati il panorama della propria offerta formativa.

3.1. Il Progetto Lauree Scientifiche.

Il Progetto Lauree Scientifiche, in seguito divenuto Piano Lauree Scientifiche, nasce agli inizi del 2000 per contrastare la "Crisi della vocazione scientifica". Verso la fine degli anni Novanta e la prima decade del nuovo millennio i corsi di laurea delle scienze di base Chimica, Fisica e Matematica ebbero un crollo delle immatricolazioni non solo in Italia, ma in tutta Europa (si pensi che dal 1989 al 2000 le immatricolazioni in chimica, fisica e matematica calarono del 43%, 56% e 63% rispettivamente). Un fenomeno particolarmente grave se si tiene conto del ruolo di "volano economico" rappresentato dalla ricerca ed innovazione scientifico tecnologica.

In Italia la colpa di tale crisi fu imputata in parte alla lunga tradizione secondo la quale le discipline umanistiche erano le uniche in grado di presiedere la formazione degli studenti attraverso metodi d'insegnamento che ancora ora privilegiano le nozioni teoriche e i concetti astratti, mentre la didattica laboratoriale era ritenuta più confacente agli istituti tecnici e professionali che non esercitano il pensiero ma si limitano a preparare al lavoro. Da ciò iniziò una fuga

tuttora in atto degli studenti dagli istituti professionali e tecnici verso i licei. Infine, le indagini OCSE-PISA 2003 e 2006 riportarono risultati deludenti degli studenti nelle prove di matematica, scienze e risoluzione dei problemi.

Per comprendere meglio questo calo delle immatricolazioni, agli studenti partecipanti ai “Giochi della Fisica”, ai “Giochi della Chimica” e alle “Olimpiadi della Matematica” del 2006 fu distribuito un questionario di valutazione, volto a rilevare le loro opinioni sugli studi universitari di fisica, chimica e matematica. In sintesi, emerse che, per superare la crisi della vocazione scientifica, appariva necessario aumentare le ore di laboratorio a scuola e avere la possibilità di fare “stage” presso università e laboratori di ricerca.

In altre parole, gli studenti mettevano in evidenza una loro carenza formativa: mancava loro la percezione di cosa significhi fare il fisico, il chimico o il matematico. Per rispondere a questa istanza, fu avviato il PLS.

Al suo esordio, il PLS non mirò solo a fare aumentare le immatricolazioni per i corsi di laurea delle scienze di base, ma si pose come obiettivi principali quello di aumentare la diffusione della cultura scientifica all'interno delle scuole medie superiori coinvolgendo gli studenti degli ultimi tre anni in attività di orientamento e di laboratorio e quello di avviare un processo di aggiornamento degli insegnanti basato sul favorire attività di ricerca/formazione sul campo.

Il PLS ebbe dunque già dall'inizio questi obiettivi:

- aumentare la diffusione della cultura scientifica all'interno delle scuole superiori;
- avviare un processo di crescita professionale degli insegnanti delle scuole superiori, basato su attività innovative di ricerca/formazione in campo laboratoriale;
- incrementare il numero di immatricolati ai corsi di laurea di Chimica, Fisica e Matematica;
- potenziare l'inserimento di questi laureati nel mondo del lavoro, incentivando stage pre- e post-laurea e identificando le competenze richieste dal mercato del lavoro.

Sulla base dei risultati ottenuti, il MIUR nel 2009 trasformò il Progetto in Piano, rafforzandone l'impianto complessivo ed estendendolo ad altri settori disciplinari, come la Statistica. Furono inoltre rinnovate le linee guida delle attività, identificando come priorità i cosiddetti Laboratori PLS, divisi in tre tipologie:

- *laboratori di approfondimento*: riguardano gli studenti più motivati e capaci. Questi laboratori richiedono impegno e abilità maggiori, e possono collegarsi con la preparazione di gare ed olimpiadi;
- *laboratori di avvicinamento alle discipline scientifiche*: offrono agli studenti l'esperienza di fenomeni e di problemi matematico-scientifico-tecnologici significativi, collegati con la ricerca, con l'esperienza quotidiana, o con il mondo del lavoro;
- *laboratori di autovalutazione*: sono finalizzati al miglioramento della preparazione richiesta dai corsi di laurea di indirizzo scientifico. Questi laboratori offrono agli studenti la possibilità di affrontare problemi e situazioni di apprendimento simili a quelli che incontreranno nei corsi universitari, stimolandoli a riflettere sulla loro preparazione.

Anche grazie al PLS, dal 2000 ad oggi c'è stato un significativo incremento nel numero delle immatricolazioni ai corsi di laurea di area scientifica su tutto il territorio nazionale. L'Ateneo Federico II, in particolare, ha registrato nel decennio 2005 - 2015 un aumento di immatricolazioni di quasi il 200%. Tra gli immatricolati, circa il 22% in media aveva seguito attività del PLS. Tuttavia, l'impatto più significativo del PLS è che tantissimi studenti, a prescindere dalle scelte culturali nell'evoluzione della loro carriera universitaria, hanno maturato consapevolezza del metodo scientifico e dell'approccio scientifico nello studio dei fenomeni naturali.

Il numero di studenti coinvolti nel PLS ha raggiunto ormai quasi quota 3000, di cui quasi 1000 solo nell'ultimo biennio (Figura 3.1). Si è trattato, per il Dipartimento, di uno sforzo intenso e protratto nel tempo, sostenuto grazie alla collaborazione congiunta del personale docente e tecnico, e che ha richiesto un impegno significativo delle strutture, in particolare quelle dei laboratori didattici.



Figura 3.1: Numero di studenti coinvolti nelle attività PLS per anno nel periodo 2008-2017.

Nel seguito sono riportate alcune considerazioni sul lavoro nei tre tipi di laboratori².

I laboratori PLS di approfondimento.

I laboratori di approfondimento mettono in rilievo i nodi concettuali della Fisica sperimentale, focalizzandosi sull'analisi statistica delle misure e, più in generale, sui metodi di analisi dei dati raccolti. Vanno però anche oltre, perché si spingono a considerare il problema della costruzione dei modelli fisici per la descrizione dei fenomeni.

Le macro-aree disciplinari toccate da questi laboratori sono: meccanica, termologia, ottica, elettromagnetismo e fisica moderna.

Le attività sono così organizzate:

- incontro preliminare con i docenti delle scuole, in cui si discutono difficoltà e potenzialità didattiche degli esperimenti;
- individuazione di un percorso didattico basato su due o tre esperimenti;
- formazione e implementazione da parte degli studenti degli esperimenti scelti, inclusa l'analisi dati, presso le strutture del Dipartimento;
- relazione del lavoro sotto forma di presentazione orale.

Le attività di laboratorio che più frequentemente sono state scelte dalle scuole sono:

- misura della costante elastica di una molla;
- misura dell'accelerazione di gravità con il pendolo semplice, mediante cronometro e *smartphone*;
- misura della prontezza del termometro;
- misura di resistenza con il metodo voltamperometrico e con il metodo di confronto;
- diffrazione e misura dello spessore di un capello o del passo dei solchi di un cd;
- misura del rapporto tra carica e massa dell'elettrone.

Le prime quattro attività, rivolte a studenti delle classi terze e quarte, affrontano alcuni aspetti fondamentali della misura in fisica, quali: errori di misura, propagazione dell'errore, sensibilità degli strumenti.

² Le schede sono reperibili all'indirizzo <http://pls.fisica.unina.it>

Le misure sulla diffrazione (Figura 3.2) e del rapporto tra carica e massa dell'elettrone (Figura 3.3) sono invece rivolte agli studenti delle classi quinte, che hanno così la possibilità di osservare alcuni fenomeni caratteristici della Fisica Moderna, concentrandosi su fenomeni ondulatori che coinvolgono la luce e le sue proprietà e corpuscolari, come nel caso degli elettroni.

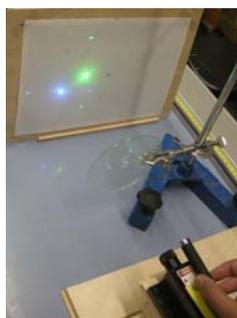


Figura 3.2: Esperimento PLS per la misura del passo di un cd trasparente.



Figura 3.3: Esperimento PLS per la misura del rapporto tra carica e massa di un elettrone.

I laboratori di avvicinamento alle discipline scientifiche.

In questo ambito sono stati attivati i seguenti percorsi:

- percorso sulle Stagioni e Clima, rivolto alle classi quarte/quinte, in cui si studiano i principali fattori alla base del clima di una data zona mediante lo

studio dell'interazione termica radiazione-materia. Si affrontano nella discussione anche i cambiamenti climatici;

- percorso di spettrometria. rivolto alle classi quarte/quinte, in cui si introducono i principi dell'analisi spettrale (analisi di Fourier) e le metodologie che sfruttano questa tecnica per ottenere informazioni su un sistema fisico.

Sono stati inoltre attivati alcuni percorsi per le eccellenze:

- percorso di Meccanica Quantistica. In questo percorso, rivolto alle classi quinte, si affrontano alcuni aspetti della meccanica quantistica: atomi ed elettroni, misura ed indeterminazione, stato, operatori e probabilità. L'approccio è basato su esperimenti con polaroidi e calcoli. La formalizzazione introduce gli studenti alla notazione di Dirac;
- percorso su evoluzione e struttura stellare. In questo percorso, rivolto alle classi quinte, si affrontano alcuni aspetti fondamentali di astrofisica stellare, focalizzandosi sulla formazione, evoluzione e struttura delle stelle e del Sole. Durante il percorso si presentano misure elementari di astronomia, misure su filmati del Sole, e misure di spettri di lampade a incandescenza, fluorescenza, vapori di gas (vedi Figura 3.4).

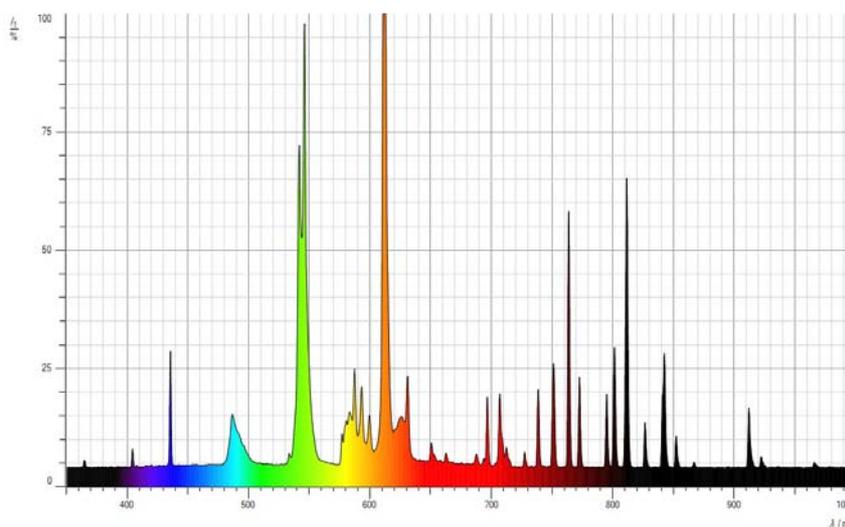


Figura 3.4: Esperimento PLS per la misura degli spettri di una lampada a fluorescenza.

I laboratori PLS di alfabetizzazione scientifica.

Le attività di alfabetizzazione scientifica sono rivolte a tutti gli studenti del terzo, quarto e quinto anno della scuola secondaria superiore. Sono stati attivati i seguenti percorsi:

- Fisica e Società. Il percorso è finalizzato a migliorare la consapevolezza degli studenti del ruolo della comunicazione scientifica nella società moderna e far acquisire agli studenti competenze di argomentazione e di uso della conoscenza scientifica in situazioni controverse che coinvolgono tutti i cittadini, come, ad esempio, lo smaltimento dei rifiuti o la costruzione di nuove centrali nucleari. Gli studenti in piccolo gruppo discutono su una questione controversa e sono guidati, attraverso semplici esperimenti, a comprendere come utilizzare la conoscenza scientifica per risolvere le questioni proposte. Esempi di questioni proposte: riscaldamento globale, energia nucleare, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili.
- Fisica e Tecnologia. Questo percorso è finalizzato a migliorare la consapevolezza degli studenti del ruolo della Fisica nella progettazione tecnologica. In particolare, si adotta un approccio in cui l'indagine scientifica è integrata con la progettazione tecnologica.
- Fisica in tempo reale. In questo percorso gli studenti sono guidati, attraverso esperimenti con sensori connessi al computer, a realizzare semplici modelli usando funzioni matematiche elementari (vedi Figura 3.5).

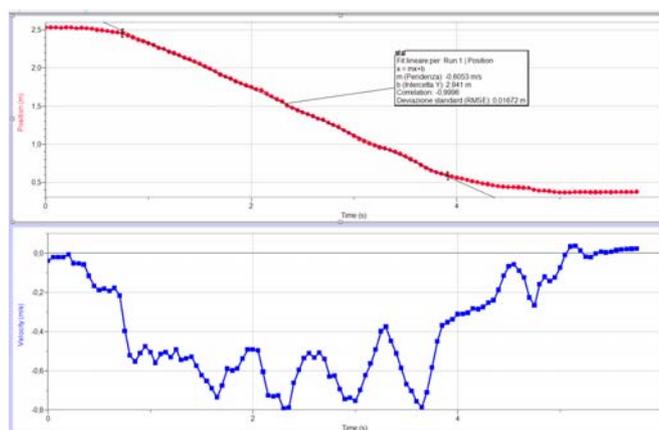


Figura 3.5: Esperimento PLS per le misure in tempo reale di una camminata di uno studente.

I laboratori PLS di autovalutazione.

Nei laboratori di autovalutazione si guidano gli studenti alla risoluzione di vari problemi di Fisica, con particolare attenzione alle capacità di argomentazione e risoluzione in situazioni complesse. Gli strumenti che si utilizzano sono soprattutto i “concept inventories”, validati dalla ricerca in didattica della fisica.

In questo contesto, sono stati assegnati agli studenti anche problemi analoghi a quelli dei test d’ammissione ai corsi di studio di Scienze e Ingegneria. Nell’anno accademico 2016-17, in particolare, è stata disposta una sessione di test di ammissione simulati, cui hanno partecipato oltre 400 studenti del PLS della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base della Federico II. In Appendice A2 ne presentiamo i principali risultati.

In parallelo, è stata anche studiata la motivazione degli studenti nei confronti degli studi in fisica e i fattori che possono influenzare gli abbandoni. In Appendice A3 mostriamo i risultati relativi agli anni accademici 2013-14, 2014-15, 2015-16.

3.2. Masterclass in particelle elementari.

L’evento International Master Class in Fisica delle particelle elementari è un’attività a livello mondiale coordinata dall’Università di Dresda e organizzata in Italia dall’INFN. Nell’aderire al progetto in collaborazione con la Sezione INFN di Napoli, il Dipartimento ha deciso di coordinare le Master Class in particelle elementari con le attività del PLS.

La Master Class in particelle elementari è ora un appuntamento annuale consolidato, giunto quest’anno alla dodicesima edizione. L’iniziativa è rivolta a studenti provenienti dalle ultime classi della scuola secondaria superiore. La peculiarità dell’evento è legata alla modalità di selezione: prendono parte al lavoro non intere classi, ma solo gli studenti più motivati e attenti ai fatti scientifici, selezionati dagli Istituti scolastici di provenienza. Ogni anno partecipano circa 200 studenti della Provincia di Napoli, rappresentando mediamente 30 istituti scolastici diversi.

Gli obiettivi formativi dell’iniziativa sono i seguenti:

- avvicinare gli studenti alla Fisica Moderna in generale e alla Fisica delle particelle elementari in particolare;

- mettere in contatto, tra di loro e con il Dipartimento, studenti brillanti provenienti da sedi diverse;
- dare la possibilità a questi studenti di avere una significativa interazione con un contesto professionale di ricerca presso una grande struttura di ricerca: il CERN.

L'evento consta di due pomeriggi, in cui sono presentati tre seminari, e una giornata conclusiva, in cui la mattina si svolge un seminario e il pomeriggio ha luogo una prova effettuata in videoconferenza con il CERN.

I seminari proposti riguardano l'introduzione alla Fisica Moderna, le particelle elementari, le interazioni fondamentali, la Fisica delle alte energie, gli acceleratori e i rivelatori di particelle. La prova finale si tiene usualmente in un laboratorio informatico. Durante tale prova gli studenti, utilizzando il software Hypatia, analizzano i dati di un vero esperimento condotto al CERN (nell'edizione 2017, l'esperimento Atlas sul decadimento del bosone Z in coppie di leptoni carichi). I risultati ottenuti sono discussi con alcuni scienziati selezionati dal CERN; successivamente, alcuni studenti partecipano a un "question time" con gli scienziati del CERN.

Durante l'attività, gli allievi sono stimolati a porsi domande del tipo: quali sono i costituenti elementari della materia? Come si possono identificare? Quali forze li tengono insieme? Come funzionano queste forze? Quanti dei misteri della natura abbiamo svelato finora e quali restano aperti alla ricerca?

La discussione dei risultati ottenuti è aperta, in modalità videoconferenza, agli studenti che partecipano in tutte le sedi europee. L'effetto didattico è straordinario; molte vocazioni alla ricerca scientifica in Fisica sono maturate in una buona esperienza di Master Class.

3.3. Progetti di Alternanza Scuola Lavoro.

L'ASL è stata resa obbligatoria dalla Legge 107 (detta della *Buona Scuola*) per tutti gli studenti della scuola secondaria superiore.

Nelle intenzioni del legislatore, l'ASL deve assolvere a vari compiti: contribuire a valorizzare il ruolo sociale della scuola sul territorio; spingere all'innovazione del rapporto insegnamento-apprendimento; far emergere l'interazione tra attività didattiche in aula e esperienze vissute nei contesti di lavoro, in modo che tutta la comunità scolastica, e in particolare studenti e docenti, possa consolidare conoscenze, abilità e competenze e ne acquisisca di nuove.

Da un'attenta analisi condotta sul territorio, è emerso l'interesse del mondo del lavoro per alcune particolari figure professionali la cui formazione ha preciso riferimento alle attività istituzionali del Dipartimento. Si è scelto di puntare, dunque, su alcuni specifici profili: tecnico di laboratorio didattico, divulgatore scientifico, esperto di didattica laboratoriale.

La figura del tecnico di laboratorio è tradizionalmente presente negli Istituti Tecnici, ma se ne avverte la mancanza in modo sempre più acuto nei Licei. In questo nuovo contesto didattico, però, la figura deve acquisire profili specifici lievemente diversi e in parte da reinventare.

La figura di divulgatore scientifico è interessante in molti contesti, perché è sempre più frequente la necessità di comunicare risultati scientifici (ai clienti, ai consumatori, ai cittadini). Non è semplice individuare un percorso formativo specifico per questa figura, sebbene esistano molte diverse opzioni di formazione universitaria che possono fungere da base culturale.

L'esperto di didattica laboratoriale è una figura in grado di progettare nuovi percorsi didattici basati sulla pratica sperimentale. Può dunque trovare collocazione in contesti nei quali si progetta e costruisce l'attrezzatura di laboratorio, o nei contesti di museo scientifico, nei quali la forma comunicativa verso il pubblico si esplica anche attraverso la presentazione di esperimenti svolti in tempo reale, o esibiti in altra forma.

Lo scopo delle attività di ASL svolte nel Dipartimento è comunque duplice. Da un lato, il Dipartimento offre l'opportunità agli studenti di calarsi, per una breve esperienza mirata, nei ruoli delle figure sopra delineate; dall'altro, suggerisce agli studenti i percorsi di formazione verso la professione. In questo senso, le attività lavorative offerte sono da considerarsi sempre strettamente formative.

Il Dipartimento, in particolare, si prefigge di rafforzare le "soft competences" degli studenti puntando ai seguenti obiettivi trasversali:

- attuare modalità di apprendimento flessibili che colleghino la formazione in aula con l'esperienza pratica, coerentemente con il nuovo ordinamento del secondo ciclo del sistema di istruzione e formazione;
- arricchire la formazione acquisita nei percorsi scolastici e formativi con l'acquisizione di competenze spendibili nel mercato del lavoro;
- coadiuvare l'orientamento dei giovani per valorizzarne gli interessi, gli stili di apprendimento individuali, le vocazioni personali;
- favorire la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti (scuole, imprese, enti pubblici e/o privati) nei processi formativi degli studenti;

- potenziare le capacità di utilizzare le tecnologie informatiche sia nella di produzione di testi, e materiali multimediali;
- accrescere la motivazione allo studio;
- acquisire competenze relazionali comunicative ed organizzative;
- responsabilizzare gli allievi;
- stimolare la capacità di lavorare in gruppo in modo attivo e coinvolgente, sviluppando il pensiero laterale creativo e gestendo in modo autonomo e produttivo i problemi ed i conflitti;
- favorire la maturazione e l'autonomia dello studente e gli stili di apprendimento individuali;
- sviluppare le capacità attive dello studente, come determinazione, progettualità, adattamento, flessibilità.

Gli obiettivi formativi inerenti le professionalità sono:

Tecnico di laboratorio didattico

- conoscere le problematiche inerenti alla sicurezza nel mondo del lavoro;
- imparare a conoscere le principali caratteristiche degli strumenti di misura (risoluzione, sensibilità, portata, soglia);
- imparare a usare correttamente gli strumenti per ridurre gli errori sistematici e gli “sbagli” (es. errori di parallasse nella lettura, corretta taratura, ecc.);
- imparare a riportare correttamente i dati (cifre significative, incertezza, unità di misura);
- imparare a valutare e separare errori casuali ed errori sistematici e a individuare gli sbagli (es. propagazione degli errori, dispersione dei dati in misure ripetute, confronto fra misure della stessa grandezza fatte con metodi diversi, ecc.);
- imparare a tenere un registro di laboratorio;
- imparare a lavorare in gruppo.

Divulgatore scientifico

- saper preparare un breve report scientifico;
- conoscere i meccanismi di comunicazione attraverso social media;
- saper preparare un exhibit o un piccolo percorso in una mostra scientifica;
- saper gestire e promuovere una iniziativa di cultura scientifica;

- conoscere i meccanismi attraverso cui viene prodotta la conoscenza scientifica (peer review, comitato editoriale, etc.);
- acquisire conoscenze specifiche nell’ambito della Storia delle Scienze.

Esperto di didattica laboratoriale

- saper progettare esperienze di laboratorio nell’ambito della Meccanica, della Termodinamica e dell’Elettromagnetismo;
- conoscere i principali nodi concettuali della fisica che è possibile affrontare mediante esperienze di laboratorio;
- saper interpretare risultati sperimentali;
- acquisire conoscenze sulle principali metodologie di laboratorio (ad esempio il metodo “inquiry”).

Tutte le attività di ASL organizzate dal Dipartimento prevedono che gli studenti partecipino alla progettazione ed esecuzione di attività lavorative in piccolo gruppo, sotto la supervisione del tutor interno, del tutor esterno e di un esperto, che li guideranno al raggiungimento degli obiettivi prefissati. Ciascun progetto di ASL richiede la realizzazione di un prodotto finale.

Il Dipartimento mette a disposizione la strumentazione e le strutture laboratoriali in accordo con gli obiettivi della terza missione finalizzata all’apertura al territorio delle strutture universitarie. Nell’a.s. 2016-17, complessivamente, sono stati ospitati circa 200 studenti (terze e quarte classi) di 5 istituti di Napoli e provincia. Sono state svolte attività per un totale di circa 150 ore.

In alcuni casi, le attività ASL condotte con il Dipartimento sono state presentate in occasioni pubbliche sul territorio (Figure 3.6 e 3.7).



Figura 3.6: manifesto preparato dagli studenti ASL del liceo Silvestri di Portici.



Figura 3.7: banco di lavoro per esperimenti preparato dagli studenti ASL del liceo Silvestri di Portici.

4. Formazione continua degli insegnanti.

Nell'ambito della Terza Missione, il Dipartimento organizza e partecipa all'attività di formazione continua degli insegnanti di fisica. Le principali iniziative in corso sono descritte nel seguito di questo paragrafo.

4.1. I corsi di formazione per insegnanti di Fisica.

Dall'anno scolastico 2014-15, nell'ambito del PLS, il Dipartimento organizza cicli di seminari e corsi di aggiornamento e di formazione continua per gli insegnanti della Scuola Secondaria. Tradizionalmente, questa attività si avvale della collaborazione con le Associazioni per l'Insegnamento della Fisica (AIF) e della Matematica (*Mathesis*) di Napoli. Tutti i corsi prevedono il rilascio di un attestato di merito.

I corsi riguardano l'alta formazione tecnica e l'aggiornamento scientifico su temi avanzati e/o di sviluppo recente, nonché la discussione delle metodologie e delle problematiche relative all'insegnamento della Fisica nei vari contesti.

La grande maggioranza dei corsisti (circa l'80%) è composta da laureati in Matematica che insegnano Matematica e Fisica nei licei, con una prevalenza di insegnanti del liceo scientifico. Ciò non sorprende se si ricorda che è recente l'estensione dell'insegnamento della Fisica all'intero quinquennio di questo indirizzo, con un sensibile sviluppo dei programmi fino a includere gli sviluppi più recenti della ricerca.

La già menzionata composizione dell'uditorio orienta, ovviamente, il taglio dato alle attività seminariali. A testimonianza della buona accoglienza che il mondo degli insegnanti mostra nei confronti dell'iniziativa, la partecipazione segna un costante progresso negli anni (vedi Figura 4.1).

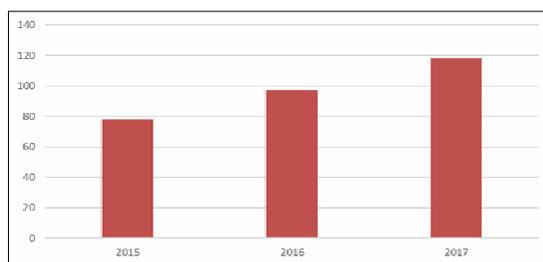


Figura 4.1: Numero di docenti di scuola superiore che hanno partecipato e ricevuto attestazione nei corsi di formazione organizzati dal Dipartimento in ambito PLS dall'a.s. 2014-15 al 2016-17.

Nel seguito descriviamo in qualche dettaglio i corsi più recenti.

Nel 2014-15, si è tenuto un ciclo di seminari dal titolo “La Didattica della Teoria della Relatività”, articolato in 5 incontri della durata di 3 ore ciascuno.

Nel 2015-16, è stato organizzato il primo vero e proprio corso, intitolato “La Meccanica Quantistica nei Nuovi Licei: Quadro di Riferimento per la seconda prova scritta dell’Esame di Stato e Proposte Didattiche per l’ultimo anno del Liceo Scientifico”, articolato in 8 incontri della durata di 3 ore ciascuno.

Il Corso del 2016-17 era intitolato “Dall’Elettromagnetismo classico alla Meccanica Quantistica: approfondimenti disciplinari e percorsi didattici per l’ultimo anno dei Licei Scientifici”. Nel seguito ne riportiamo alcuni dettagli.

Il corso, suddiviso in 4 moduli, è stato progettato allo scopo di fornire ai docenti una base concettuale, teorica e sperimentale per migliorare la didattica della Fisica che si insegna nell’ultimo anno dei licei scientifici.

L’obiettivo principale, ma non esclusivo, era offrire ai docenti spunti per l’insegnamento dell’elettromagnetismo classico, delle onde e della meccanica quantistica, con particolare riferimento alla risoluzione di problemi ed esercizi. A tal fine, durante il corso sono stati presentati anche i principali risultati di ricerca in didattica della fisica sull’elettromagnetismo, onde e meccanica quantistica, con particolare enfasi sui questionari concettuali e sulle simulazioni al calcolatore. Sono stati inoltre proposti esempi e spunti per implementare curvature curriculari, discutendo argomenti interdisciplinari come gli effetti biologici della radiazione ionizzante. Infine, sono stati discussi in dettaglio alcuni aspetti epistemologici della fisica moderna.

Al termine del corso sono stati discussi e realizzati dai corsisti esperimenti emblematici che affrontavano nodi concettuali usualmente non trattati nella didattica tradizionale.

Il programma prevedeva 17 incontri di tre ore ciascuno, per un totale di 51 ore di formazione in presenza più 9 ore di studio a casa per la realizzazione di una presentazione, negli ultimi due incontri, rivolta agli altri corsisti, secondo un formato da congresso scientifico.

Nel primo modulo sono stati discussi alcuni elementi di elettromagnetismo classico: la legge di Faraday, il moto di una carica in campo elettromagnetico, le equazioni di Maxwell. Nel secondo modulo è stata presentata l’introduzione alla Fisica delle onde meccaniche ed elettromagnetiche, con particolare enfasi sull’analisi spettrale. Nel terzo modulo, sono stati presentati alcuni elementi di Fisica moderna: la relatività generale, il comportamento

della luce nell'interazione con la materia, i modelli di atomo, la meccanica ondulatoria, l'interpretazione della meccanica quantistica nonché alcuni spunti storici. Nell'ultimo modulo, sono stati presentati alcuni approfondimenti di Fisica moderna, tra cui la struttura del nucleo, le radiazioni ionizzanti, con cenni al Modello Standard e alle particelle elementari.

4.2. La scuola estiva “Didattica delle scienze integrate nelle scuole superiori di primo e secondo grado”.

Le recenti riforme scolastiche sottolineano l'importanza, dal punto di vista metodologico e pedagogico, di una didattica integrata delle discipline scientifiche (Chimica, Fisica, Matematica, Scienze della Terra e Biologia) nel primo biennio della scuola superiore di secondo grado, in continuità con il percorso formativo della scuola secondaria superiore di primo grado.

Il rationale alla base di tale scelta curricolare è costruire un meccanismo che favorisca il raggiungimento, da parte degli studenti, di competenze chiave di cittadinanza, utili al fine di prendere decisioni e di effettuare scelte informate e guidate da una attività conoscitiva sistematica, quale è quella riferibile alla conoscenza scientifica e non al mero senso comune. Competenze di questo tipo diventano ancor più importanti nel mondo attuale, pervaso da una comunicazione veloce e poco approfondita, come dimostra il recente dibattito sui media sulle post-verità.

Tuttavia, il processo di integrazione didattica delle discipline scientifiche deve essere graduale e deve contemplare un'adeguata formazione professionale, che però sembra a tutt'oggi ancora lontana dall'essere implementata. Questa mancanza fa sì che, nonostante il sistema scolastico sia stato riformato da alcuni anni, l'integrazione delle scienze non sia stata ancora realizzata in maniera efficace.

Le maggiori difficoltà sono soprattutto di tipo metodologico: una volta identificati gli argomenti più adatti su cui è possibile l'integrazione dei saperi delle diverse discipline scientifiche, con quali metodologie possono essere costruiti percorsi didattici che ne rendano efficace l'insegnamento? La letteratura in Didattica delle Scienze dà una risposta, suggerendo che l'integrazione è resa possibile ricorrendo a specifiche attività di progetto e utilizzando opportuni strumenti di didattica laboratoriale.

Per rispondere a queste esigenze, la scuola estiva è finalizzata a mostrare come l'integrazione delle scienze possa rappresentare un'opportunità per insegnare in maniera più efficace e, in definitiva, accrescere l'interesse degli studenti verso questo ambito del sapere.

La scuola nel 2017 è stata organizzata su 5 giorni, con attività seminariali integrate mattutine e laboratori didattici pomeridiani per un totale di 40 ore di aggiornamento professionale.

Nel primo seminario integrato, intitolato *Percorsi didattici sulla tematica dei fenomeni astronomici*, si è presentato un percorso didattico in cui sono affrontati i meccanismi alla base dei seguenti fenomeni: stagioni, eclissi e fasi. Per lo studio delle stagioni, i corsisti hanno fermato l'attenzione sulla variazione della potenza erogata da un pannello solare illuminato in diverse condizioni (angolo e distanza variabile). Il pannello simula una porzione di suolo terrestre. L'analisi dell'esperimento aiuta a risolvere l'idea innata (ed errata) per cui il cambiamento di stagione sia dovuto alla variazione della distanza Terra-Sole. Allo scopo di familiarizzare gli studenti al ruolo dell'ambiente sul clima di una data zona della Terra, si è proposto ai corsisti di approfondire la misura del calore specifico della sabbia relativo all'acqua. L'analisi dei risultati spiega, almeno qualitativamente, le differenze di clima tra zone continentali e zone vicino al mare. Inoltre, si sono illustrate, con esempi riferiti a ricerche in corso su Mercurio, le metodologie sulla base delle quali è possibile riconoscere fenomeni geologici attivi e fossili su pianeti del Sistema solare e immaginare la dinamica climatica di un pianeta senza atmosfera.

Nel secondo seminario integrato, intitolato *Percorsi didattici sullo Spettro elettromagnetico*, si è presentato un percorso didattico finalizzato a far comprendere come sia possibile ottenere informazioni su una sorgente di onde e.m. mediante misure di carattere spettrale. Gli esperimenti proposti consistono nel misurare lo spettro di diverse sorgenti luminose, per guidare gli studenti a distinguere il meccanismo di emissione in base allo spettro ottenuto. I contesti che si possono affrontare sono moltissimi: dal corpo nero, alle stelle, alla chimica degli elementi e delle molecole, fino all'imaging di strutture subcellulari in cellule ed anatomico-funzionali in interi organismi.

L'argomento è compreso nel programma in IV-V Liceo per gli insegnanti delle Classi MAT-FIS, mentre per le scuole medie può essere trattato in maniera qualitativa per spiegare la luce ed i colori. Per la Chimica, lo spettro può essere un modo per indagare le idee degli studenti sui modelli atomici (vedi anche i commenti seguenti) e può dare informazioni su sistemi più complessi quali le molecole, attraverso le correlazioni tra la struttura della materia e la sua interazione con la luce (vedi IR, UV-vis). Inoltre, le relazioni quantitative che collegano l'intensità dell'interazione con l'ammontare di sostanza (vedi legge di Lambert-Beer) sono essenziali per lo studio delle cinetiche delle reazioni, per determinarne ordini, per valutarne le costanti di equilibrio.

Per la Biologia si può illustrare l'utilizzo della Green Fluorescent Protein (GFP) per lo studio della biologia molecolare della cellula, con particolare riguardo alla localizzazione subcellulare di proteine.

Nel terzo seminario integrato, *Percorsi didattici sulla tematica del riscaldamento globale*, si è discusso di come fornire agli studenti competenze di argomentazione su un tema controverso, come è appunto il riscaldamento globale. Il percorso presenta un importante esempio di trattazione didattica di un tema scientifico di interesse sociale. Sul piano tecnico, l'idea chiave è la presentazione della dinamica dei sistemi complessi, con particolare attenzione al meccanismo di *feedback*.

Il percorso prevede esperimenti sull'interazione tra radiazione e materia e sull'effetto serra. Tra gli altri, è presentato un esperimento che dimostra l'effetto della concentrazione di CO₂ (generato dalla reazione tra aceto e bicarbonato di sodio) sulla temperatura della serra. Sono illustrate inoltre le tecniche sviluppate dalla Geologia, in particolare negli ultimi anni, per ricostruire la dinamica delle variazioni climatiche a diverse scale temporali e in particolare la scoperta di scenari climatici passati di riscaldamento globale. Per quanto riguarda la Biologia, è discusso l'effetto che il cambiamento climatico, in termini di aumento di temperatura e stress idrico, può produrre su piante che risultano particolarmente vulnerabili a tali perturbazioni. Ciò è stato fatto, in particolare, attraverso l'osservazione dello stato di salute monitorato con misure di crescita e di efficienza fotosintetica. Un ulteriore aspetto di interesse biologico e sociale riguarda poi l'influenza del riscaldamento globale sulle problematiche di carenza idrica e di siccità. Nell'ambito di una gestione igienistica della risorsa acqua, è proposta dunque una panoramica delle più recenti tecnologie per il trattamento delle acque di scarico volte al riutilizzo dei reflui sia per usi non potabili (ad esempio, l'irrigazione) sia potabili e delle relative implicazioni economiche, sociali ed ambientali.

Nel quarto e ultimo seminario integrato, *Percorsi didattici sulla tematica dei modelli atomici*, è presentato un percorso in cui è introdotta la Fisica Moderna. L'idea centrale di questo intervento è quella di portare l'attenzione su come la Meccanica Quantistica permetta di spiegare ed interpretare il comportamento della materia, a partire dai modelli atomici. Il percorso mette a fuoco i limiti degli approcci classici o semiclassici al problema della struttura atomica, e si articola in un discorso di carattere molto generale, a cavallo tra Fisica e Chimica, su come sia possibile rappresentare in modo semplice, nel contesto didattico, la struttura dell'atomo e quella delle molecole.

In questo contesto, è contemplato il ruolo della Matematica rispetto allo sviluppo della teoria, sottolineando quali siano gli elementi che è necessario rafforzare per accostarsi allo studio della materia.

Alla prima edizione della scuola estiva hanno partecipato in tutto 27 docenti (Figura 4.2), così suddivisi: 16 della classe di concorso A-27 (Matematica e fisica); 5 della classe di concorso A-28 (matematica e scienze); 6 della classe di concorso A-50 (Scienze della Terra, biologia e chimica). In appendice A4 riportiamo le descrizioni delle sessioni metodologiche e le schede dei laboratori pomeridiani.

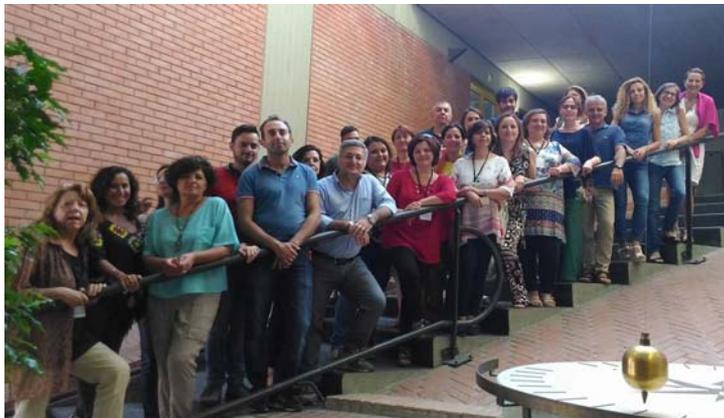


Figura 4.2: Foto di gruppo dei docenti partecipanti alla prima scuola estiva PLS.

4.3. Il progetto F2S.

Il Dipartimento partecipa alla commissione denominata F2S (Federico II nella Scuola) con la finalità di rafforzare il rapporto Università-Scuola. Il gruppo di lavoro è costituito da docenti di area scientifica (matematica, fisica, chimica, biologia, geologia, delle scienze naturali, dell'ingegneria, dell'architettura) e di area umanistica (linguistico-letteraria, storico-filosofica, economico-giuridica, delle scienze sociali, della storia dell'arte). Collabora al gruppo un rappresentante dell'Ufficio Scolastico Regionale. La finalità principale è quella di svolgere attività a supporto dell'orientamento formativo con specifico riferimento alla transizione Scuola-Università e atte a ridurre, conseguentemente, i fenomeni della dispersione scolastica, dell'insuccesso nei primi anni della formazione universitaria e dell'apparente perdita di attrattività della formazione universitaria.

Gli obiettivi specifici sono: 1) diagnosi delle carenze/criticità nella “adeguata preparazione iniziale” per l’accesso all’Università; 2) messa a punto di moduli didattici per il superamento delle criticità e l’integrazione nei programmi scolastici di nuovi contenuti mediante opportune curvature curriculari; 3) attuazione di iniziative di orientamento formativo innovative rivolte a una ampia platea di docenti e/o studenti. Il lavoro della commissione si è articolato attraverso incontri programmati a cadenza regolare improntati ad un modello di collaborazione fra docenti di Scuola e di Università, basato sul riconoscimento delle competenze reciproche e sul lavoro congiunto per la realizzazione di materiali didattici comuni. Nella commissione sono presenti i seguenti gruppi disciplinari: linguistico - letterario; storico - filosofico e delle scienze sociali; economico-giuridico; storia dell’arte e dell’architettura; matematico - fisico; chimico - biologico - geologico - naturalistico.

Gli incontri nell’a.a. 2016-17 si sono svolti il 7/12, 16/1, 21/2, 13/3, 10/4, 15/5. L’incontro finale in cui sono stati discussi i principali risultati con le testimonianze dei gruppi disciplinari si è svolto il 6 giugno.

Per la fisica, l’attività ha incluso per il 2017 una serie di incontri seminari coordinati dai Prof. Umberto Scotti di Uccio e Italo Testa su vari temi, tra i quali: a) fisica e linguaggio; b) problematiche inerenti alle valutazioni in ingresso degli studenti universitari; c) metodologie didattiche finalizzate al miglioramento dell’apprendimento della fisica degli studenti di scuola secondaria superiore; d) problematiche dei curricula universitari e di scuola secondaria superiore relative alla fisica. Per l’anno 2017-18 la partecipazione dell’area della fisica sarà ulteriormente ampliata, con l’organizzazione di seminari interdisciplinari in sessione plenaria e interventi disciplinari rivolti al pubblico ristretto degli insegnanti di matematica e fisica, coordinati dai Prof. Umberto Scotti di Uccio, Paolo Massarotti e Italo Testa. Il filo conduttore di questa seconda attività sarà la congiunzione tra ricerca didattica della fisica e pratica didattica, con particolare riferimento al tema delle prove di verifica e accertamento.

In ogni incontro il gruppo del Dipartimento di Fisica (costituito al momento di andare in stampa da Paolo Massarotti, Umberto Scotti di Uccio e Italo Testa) ha curato un intervento di due ore sulle seguenti tematiche Per l’anno 2017-18 si prevede di centrare gli interventi di fisica sulla preparazione alla seconda prova dell’esame di stato in fisica.

4.4. Il gruppo di lavoro per la didattica laboratoriale della fisica.

Il gruppo di lavoro per la didattica laboratoriale è coordinato dal Prof. Emilio Balzano e costituito da oltre trenta membri, tra docenti e ricercatori universitari, insegnanti di fisica nella Scuola Secondaria Superiore, studenti e dottorandi interessati alla didattica della Fisica.

Il gruppo ha lo scopo di progettare e condividere un piano di lavoro didattico, condividendo esperienze e riflessioni e mettendo a fattor comune pratiche virtuose di insegnamento della fisica.

Si tratta di una straordinaria occasione di lavoro, perfettamente allineata alla politica del Dipartimento di rendere stabile il rapporto di collaborazione tra scuola e università.

Gli incontri sono tenuti nei laboratori didattici del Dipartimento con cadenza bisettimanale. Tra un incontro e l'altro gli insegnanti portano nelle classi le attività progettate in comune, per poi riportare al gruppo gli stimoli, le considerazioni e il materiale prodotto. Le attività sono riconosciute come attività di formazione organizzate dall'Università degli Studi di Napoli Federico II. Il corso e le attività correlate mirano all'acquisizione di competenze che riguardano:

- la progettazione collaborativa di attività didattiche e di materiali didattici in fisica che fanno riferimento a risultati di ricerca, a sperimentazioni e all'uso di apparati sperimentali e delle nuove tecnologie;
- la documentazione e la valutazione di attività che legano esperienze dimostrative, qualitative e quantitative alla interpretazione e alla costruzione di modelli.

Si mira così a rendere stabile il rapporto scuola-università e saranno condivise e scambiate pratiche didattiche, risorse ed esperienze di laboratorio. Ai partecipanti sono in particolare forniti diversi supporti didattici quali, schede di lavoro e di approfondimento, collaborazioni nella realizzazione di seminari e attività a scuola.

5. Attività di orientamento.

La scelta del percorso universitario è un momento importante e delicato. Lo strumento per fare la scelta giusta è l'orientamento, cioè l'occasione in cui il mondo dell'Università si presenta agli studenti della scuola secondaria.

Il corretto orientamento degli studenti ha ricadute sociali e culturali importanti: è fondamentale che ciascuno trovi il percorso migliore per realizzare le proprie ambizioni culturali e formative. D'altronde, quando ciò non accade, il peso dei possibili errori di scelta ricade pesantemente sullo studente, ma altrettanto grava sull'Istituzione Universitaria, che si deve far carico di gestire il serissimo problema del ritardo nel corso di studi o addirittura dell'abbandono. L'orientamento è ben distinto dall'attività di divulgazione scientifica o di promozione culturale. Nell'orientamento il Dipartimento è chiamato a mostrare il ventaglio delle offerte formative che mette a disposizione delle future matricole, rispondendo alle domande di approfondimento e alle curiosità. La finalità dell'orientamento è dunque duplice: da un lato, chiarire cosa l'immatricolato imparerà, quale impegno dovrà sostenere e che difficoltà potrà incontrare; dall'altro, quali saranno i possibili sbocchi culturali e professionali che potrà conseguire.

L'orientamento dell'Ateneo Federico II è coadiuvato dal Centro di ateneo per l'Orientamento, la Formazione e la Teledidattica (*SOFTEL*). Il Dipartimento svolge peraltro la propria azione in stretta collaborazione con le strutture della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, e all'interno di essa con il Collegio di Scienze.

Nel corso degli ultimi anni si sono consolidate alcune occasioni di orientamento, nelle quali il Dipartimento incontra un grande numero di studenti. Tra queste, l'iniziativa più importante è il cosiddetto "Open day" organizzato dalla Scuola Politecnica e delle Scienze di Base. L'"Open Day" ha ottenuto un successo fortemente crescente negli anni e si è affermato come la migliore occasione di contatto col Dipartimento in tema di orientamento.

Il Dipartimento partecipa anche a varie iniziative intraprese da altre istituzioni. In questi contesti, lo studente incontra l'offerta formativa degli Atenei del territorio e, a volte, di altri soggetti a confronto. In questo novero vanno incluse le manifestazioni, quali UNIVEXPO organizzata dalla testata *Ateneapoli*, e OrientaSud organizzata da Italia Orienta.

Infine, va menzionata l'intensa attività di orientamento svolta nelle sedi scolastiche, anche in accompagnamento all'attività di divulgazione scientifica dei membri del Dipartimento, e la collaborazione con la Zanichelli che, nel novembre/dicembre dell'anno in corso ha permesso di raggiungere ben 700 studenti di cinque licei della Campania.

Di seguito descriviamo brevemente le manifestazioni della giornata "Open day", di UNIVEXPO e delle Olimpiadi della fisica.

5.1. Gli "Open day" della Scuola Politecnica e delle Scienze di base.

Negli ultimi anni la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base dell'Università Federico II organizza una settimana di orientamento rivolto a studenti delle scuole secondarie. L'attività è differenziata per i tre collegi che fanno parte della Scuola: architettura, ingegneria, scienze.

Il Dipartimento partecipa alle giornate di "Open day" proponendo un seminario introduttivo sulle principali caratteristiche dei corsi di laurea triennale in fisica ed in ottica ed optometria e del corso di laurea magistrale in fisica. In questa presentazione, oltre ai dettagli sull'offerta didattica e le modalità di accesso ai corsi, si offre una panoramica sulle opportunità di impiego per i laureati nei nostri corsi di studi. Dopo la presentazione, gli studenti sono invitati a visitare i laboratori del Dipartimento.

Nell'edizione 2016, i circa 100 studenti hanno potuto osservare l'esperimento sulla misura del rapporto tra la carica e la massa dell'elettrone, mentre nell'edizione 2017 i circa 200 studenti partecipanti, scaglionati in diversi turni, hanno potuto fare visita anche al laboratorio VIRGO delle onde gravitazionali, dove hanno visto all'opera un interferometro di Michelson realizzato dal Dipartimento a scopo didattico-divulgativo (Figura 5.1).

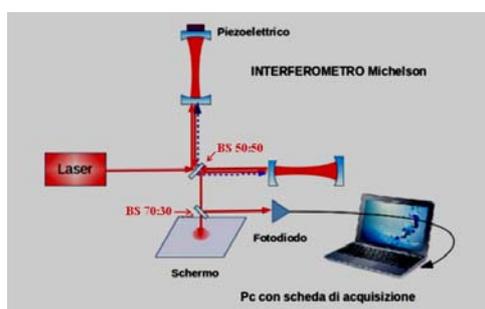


Figura 5.1: Schema di interferometro Michelson.

L'interferometro ha diverse valenze dimostrative, anche al di là della fisica della radiazione elettromagnetica. In particolare, nelle presentazioni di orientamento si presenta come utile strumento di simulazione delle antenne gravitazionali, come LIGO e VIRGO.

Le antenne gravitazionali, infatti, sono giganteschi interferometri, nei quali l'effetto dell'onda gravitazionale si rivela grazie al fatto che i due bracci perpendicolari subiscono deformazioni di segno opposto. L'interferometro di Michelson è un efficace modello di antenna gravitazionale e ne illustra in modo semplice il principio di funzionamento.

L'interferometro di Michelson è costituito da una sorgente laser; uno specchio semi-riflettente (indicato in Figura 5.1 come BS 50:50) che divide il fascio della sorgente in due fasci ortogonali indirizzati lungo i due bracci dell'interferometro (60 cm); due specchi di rimando a fine corsa di ciascun braccio. I due fasci, una volta riflessi dagli specchi terminali, interferiscono sullo specchio semiriflettente BS50:50. Il fascio emergente è indirizzato a un secondo specchio semiriflettente (BS 70:30), in modo che la figura di interferenza possa essere mostrata su un monitor e determinata quantitativamente da un foto-rivelatore. Per simulare un'onda gravitazionale, uno degli specchi di rimando è messo in vibrazione da un attuatore piezoelettrico, determinando il cambiamento delle condizioni di interferenza. Il segnale di uscita è rilevato dal foto-rivelatore e mostrato sul computer. Il Dipartimento ha realizzato un prototipo di un interferometro con bracci di 60 cm, completo di banco ottico e di sistema di monitoraggio (Figura 5.2).

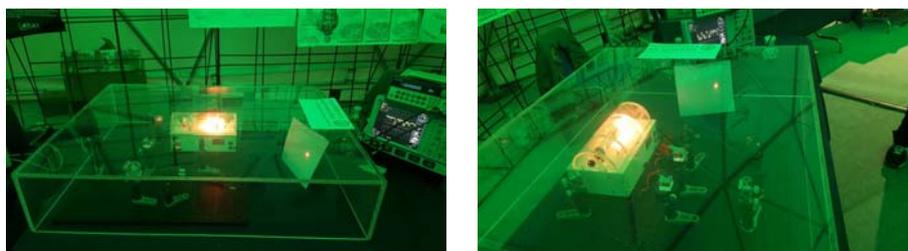


Figura 5.2: Prototipo di interferometro realizzato in Dipartimento.

5.2. Altre manifestazioni di orientamento.

Il Dipartimento partecipa da qualche anno, in sinergia con il collegio di Scienze della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, a manifestazioni di

orientamento per gli studenti delle scuole del territorio organizzate da enti esterni. Tra queste, occorre in particolare menzionare UNIVEXPO e Orientasud.

UNIVEXPO è un'iniziativa organizzata dalla rivista indipendente *Ateneapoli* in collaborazione con *SOFTEL*. L'obiettivo è fornire informazioni sui corsi di laurea, gli esami, i test di ammissione e gli sbocchi occupazionali. La struttura della manifestazione è basata su brevi interventi a cura di personale universitario in cui vengono presentati i corsi di laurea e gli sbocchi occupazionali per i laureati. Il Dipartimento presenta la struttura delle lauree triennali in fisica ed in ottica ed optometria.

La manifestazione è soprattutto un modo per stabilire un primo contatto diretto tra studenti e corsi di studi universitari e per indirizzare gli studenti verso manifestazioni più specifiche in cui poter discutere in dettaglio degli interessi degli studenti stessi. All'edizione 2017 hanno partecipato quasi 2000 studenti accolti nel Complesso Universitario di Monte S. Angelo.

6. Partecipazione ad eventi locali e nazionali di diffusione della cultura scientifica.

Il Dipartimento partecipa a molte iniziative volte alla diffusione della cultura scientifica presso il pubblico più ampio. Di seguito sono riportati i dettagli di due tra i contributi più significativi.

6.1. Notte Europea dei Ricercatori.

La Notte dei Ricercatori, iniziativa promossa dalla Commissione Europea dal 2005, coinvolge migliaia di ricercatori e istituzioni di ricerca in tutti i paesi europei. La finalità principale è quella di far incontrare ricercatori e cittadini per diffondere la cultura scientifica e migliorare la conoscenza delle professioni della ricerca in contesti informali.

Tipicamente, la manifestazione comprende dimostrazioni scientifiche, mostre e visite guidate, conferenze e seminari divulgativi, spettacoli e concerti.

Napoli, come molte altre città in Italia ha aderito sin dal principio all'iniziativa europea proponendo numerose attività. Di seguito descriviamo le manifestazioni 2016 e 2017 svolte dal Dipartimento.

In occasione dell'undicesima edizione della Notte Europea dei Ricercatori, evento culminante della Settimana della Scienza, che nel 2016 si è tenuto il 30 settembre, oltre 300 città europee hanno visto numerosi ricercatori impegnati in percorsi espositivo-divulgativi.

A Napoli la stazione metropolitana *Toledo* e il suo telescopio sotterraneo (Figure 6.1 e 6.2) sono state i protagonisti dell'originale iniziativa "Toledo di notte: fisici underground". Gli attori sono stati il Dipartimento, la Sezione di Napoli dell'INFN, e l'associazione studentesca PONYS.

La manifestazione del 2016

Il percorso ha previsto alcune postazioni localizzate presso le mura Aragonesi, poste al 1° livello della stazione metropolitana *Toledo*, dove membri dell'associazione PONYS hanno illustrato semplici ma affascinanti esperimenti per scoprire le meravigliose e fondamentali leggi della natura.

Il viaggio è continuato esplorando l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo sotto il "pozzo di luce" della stazione, mostrando ai visitatori:

- un telescopio che rileva in tempo reale particelle invisibili, i raggi cosmici, che arrivano in continuazione sulla terra sprigionati dal sole o dalle stelle o addirittura dai primi istanti della vita dell'universo;
- un modello funzionante (in scala) dell'interferometro dell'esperimento VIRGO, che permette di comprendere interattivamente il meccanismo di rivelazione delle onde gravitazionali osservate per la prima volta recentemente;
- un breve percorso sulla storia dell'informatica, dalle origini ai giorni nostri, che culmina nell'istallazione di un personal computer attraverso il quale i visitatori hanno potuto analizzare i dati raccolti all'acceleratore LHC e "scoprire" il bosone di Higgs;
- alcuni rivelatori di particelle, gli strumenti che i fisici delle particelle elementari utilizzano quotidianamente per i loro esperimenti, spiegandone il funzionamento.

L'affluenza all'evento è stata significativa: più di 500 persone vi hanno preso parte.



Figura 6.1: Stazione della metropolitana Toledo di Napoli dove è stata allestita la postazione del Dipartimento nell'ambito della manifestazione Notte Europea dei Ricercatori 2016.



Figura 6.2: Apparato di misura dei raggi cosmici posizionato nella stazione della metropolitana Toledo di Napoli.

La manifestazione del 2017

L'evento si è tenuto il 29 di Settembre presso la stazione metropolitana *Municipio* (Figura 6.3) ed è stato organizzato dal Dipartimento e dalla Sezione INFN di Napoli, in collaborazione con gli istituti SPIN e ISASI del CNR, l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), i Laboratori Nazionali del Gran Sasso e l'associazione PONYS.



Figura 6.3: Stazione della metropolitana Municipio di Napoli dove è stata allestita la postazione del Dipartimento nell'ambito della manifestazione Notte Europea dei Ricercatori 2017.

Ricercatori dell'università e degli enti di ricerca che hanno presentato le loro attività di ricerca con componenti e modelli di rivelatori ed esperimenti. In particolare:

- il modello funzionante in scala dell'interferometro dell'esperimento VIRGO (Figura 5.2);
- una postazione di realtà virtuale per effettuare un'escursione sottomarina e visitare i moduli del rivelatore sottomarino per neutrini dell'esperimento KM3Net;
- un rivelatore di raggi cosmici, per illustrare l'applicazione dei raggi cosmici alla radiografia di strutture sotterranee o geologiche con i muoni;
- film sottili per la micro e nano-elettronica per conoscere da vicino come sono realizzati i moderni dispositivi di film sottili, ispezionando alcuni campioni con un microscopio da tavolo;
- alcuni giochi interattivi, proposti dall'ISTAT, per costruire la propria piramide alimentare individuale;

- alcune prove veloci incentrate sulla probabilità e un quiz interattivo per scoprire le probabilità di appartenere alle tipologie familiari definite nel Rapporto Annuale ISTAT 2017;
- giochi con la luce organizzati dai ricercatori dell'ISASI per illustrare la diffrazione, un fenomeno associato alla deviazione della luce quando incontra un ostacolo, e l'olografia, una delle tecniche ottiche più diffuse al mondo per la memorizzazione delle informazioni e per la ricostruzione delle immagini.

I PONYS hanno preso parte alla manifestazione portando in stazione semplici esperimenti di fisica interattivi adatti ad un pubblico di tutte le età che renderanno accessibili complessi fenomeni fisici.

6.2. Futuro Remoto.

Futuro Remoto è una mostra organizzata dalla Fondazione IDIS - Città della Scienza, per portare in piazza il sapere scientifico e tecnologico del territorio campano, a beneficio del pubblico ampio di visitatori interessati o semplicemente curiosi.

Il Dipartimento nel corso degli anni ha contribuito in modo vario all'iniziativa. Nelle ultime due edizioni c'è stato però un importante sforzo, coordinato con le strutture dell'Ateneo e in particolare con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, per proporre in modo strutturato e ampio le istanze culturali e tecnologiche che il Dipartimento propone. In questo sforzo, il Dipartimento ha operato, secondo antica consuetudine, in stretta collaborazione con altri Enti di Ricerca interessati alla Fisica: la Sezione INFN di Napoli, CNR-SPIN e CNR-ISASI.

L'affluenza all'iniziativa è stata straordinaria: nei due anni, più di cinquecentomila persone hanno partecipato all'evento in ciascuno dei due anni, affollando i banchi sui quali erano presentati esperimenti di Fisica e diversi tipi di dimostratori, a stretto contatto con i ricercatori.

La manifestazione del 2016

L'evento "Futuro remoto", tenutosi a Napoli in Piazza del Plebiscito dal 7 al 10 ottobre del 2016 (Figura 6.4), è stata un'occasione per presentare il Dipartimento e le attività di ricerca che in esso si svolgono, nonché l'offerta formativa e le attività di collaborazione e integrazione didattica con il mondo della Scuola (Piano Lauree Scientifiche, Master Classes).



Figura 6.4. Locandina della manifestazione Futuro Remoto 2016.

Il Dipartimento ha portato in Piazza Plebiscito due contributi, rispettivamente nel padiglione “Odissea Nello Spazio” e in quello “Comunico Ergo Sum”. Le proposte sono nate in stretta collaborazione con la Sezione di Napoli dell’INFN e con gli studenti di Fisica dell’associazione PONYS.

Nel padiglione “Odissea Nello Spazio” il percorso è stato finalizzato alla comprensione dell’Universo, della sua origine, e delle leggi che lo regolano. Tali leggi sono strettamente legate alla conoscenza della fisica microscopica, delle particelle elementari e delle loro interazioni fondamentali. I meccanismi che, dal Big-Bang circa 14 miliardi di anni fa, hanno determinato l’evoluzione dell’universo e la sua struttura attuale, possono essere compresi, seppur in parte, alla luce del Modello Standard, la teoria che descrive i costituenti elementari della materia e le loro interazioni. Esistono due approcci complementari per lo studio dell’origine dello spazio-tempo: gli esperimenti agli acceleratori, quali ad esempio LHC, e gli esperimenti che studiano i segnali più remoti prodotti nello spazio profondo, come i raggi cosmici, particelle prodotte da oggetti distanti miliardi di anni luce dalla Terra, o le onde gravitazionali, prodotte in collisioni di buchi neri o corpi celesti di enorme massa. Attraverso questo viaggio verso energie sempre più elevate e osservando oggetti sempre più distanti, è possibile andare indietro nel tempo e avvicinarsi sempre più al momento del Big Bang.

La tecnologia sviluppata per la comprensione dell’Universo, però, non è fine a se stessa, ma ha un forte impatto applicativo sia nel settore aerospaziale che nel settore dei beni culturali.

Sono stati esposti:

- il modello funzionante in scala dell'interferometro dell'esperimento VIRGO (Figura 6.5);



Figura 6.5. Studenti che partecipano alla manifestazione Futuro Remoto 2016.

- un poster per illustrare la tematica dell'esposizione umana alla radiazione ionizzante e delle sue conseguenze al livello del DNA, in cui veniva evidenziata la duplice natura di questo agente fisico, pericoloso per la salute umana, come nel caso della radioattività naturale o nello Spazio per gli astronauti, ma, al contempo, prezioso alleato nella radioterapia contro i tumori;
- un modulo ottico (DOM) del telescopio sottomarino dell'esperimento KM3NeT per la rivelazione dei neutrini;
- strumentazione utilizzata dall'esperimento DarkSide per la ricerca della Materia Oscura;
- un kit della azienda elettronica CAEN per fare semplici esperimenti sui principi dei rivelatori utilizzati in fisica delle particelle;
- due telescopi per la ricostruzione visuale di raggi cosmici in tempo reale e alcuni elementi utilizzati nell'esperimento MuRay che effettua studi di vulcani e montagne utilizzando la radiografia muonica.

Era anche presente una sezione dedicata al *Computing e Analisi dati* con materiale che ricostruiva la storia del calcolo e una moderna workstation di

Partecipazione ad eventi locali e nazionali di diffusione della cultura scientifica

analisi dati con la quale i visitatori si sono potuti cimentare nella ricostruzione dei dati raccolti al Large Hadron Collider del CERN.

Vi era, infine, un cubo sulle cui pareti venivano illustrate le attività di ricerca svolte dal Dipartimento e dalla sezione INFN di Napoli.

Nel padiglione “Comunico Ergo Sum” c’erano installazioni di carattere didattico presentate dagli studenti del corso di laurea in Ottica e Optometria.

Gli studenti dell’associazione PONYS hanno portato un banco sperimentale con un sonar.

La manifestazione del 2017

Per l’edizione 2017 l’evento si è tenuto sempre a Napoli in Piazza del Plebiscito dal 25 al 28 maggio (Figure 6.6 e 6.7) e i proponenti sono stati il Dipartimento, l’INFN Sezione di Napoli (Ufficio Comunicazione) e il Dipartimento di Matematica e Fisica, Università della Campania “Luigi Vanvitelli”.



Figura 6.6. Locandina della manifestazione Futuro Remoto 2017.



Figura 6.7. Scolaresche che partecipano alla manifestazione Futuro Remoto 2017.

Partecipazione ad eventi locali e nazionali di diffusione della cultura scientifica

Il percorso già previsto nel 2016 è stato integrato presentando in aggiunta:

- alcuni strumenti (rivelatori) utilizzati per valutare la dose di radiazione cui sono esposti gli astronauti durante le missioni spaziali, allo scopo di progettare contromisure fisiche e radio-biofisiche per ottimizzarne la protezione;
- una postazione di realtà virtuale per passeggiare attraverso il telescopio di neutrini dell’esperimento KM3NET a 3500 m nelle profondità del Mediterraneo;
- un allestimento che descrive il ruolo della fisica nucleare nella nucleosintesi e nell’evoluzione delle stelle, illustrando alcune metodologie, incluso il monitoraggio di materiali impiegati per lo studio di reazioni nucleari mediante termo-camera;
- apparecchiature per mostrare l’attività sperimentale per misure dimostrative della dose totale da radioattività naturale ed antropica e in misure specifiche di radioisotopi in matrici ambientali.

6.3. Art & Science across Italy.

“*Art & Science across Italy*”, è un progetto Europeo di CREATIONS (Horizon2020) organizzato dall’INFN, dal CERN di Ginevra e dall’esperimento CMS del CERN, e quale l’ateneo federiciano aderisce.

Il progetto, il cui responsabile è il dott. Pierluigi Paolucci, è rivolto agli studenti del terzo e quarto anno dei licei classici, scientifici ed artistici di Firenze, Milano, Napoli, Padova e Venezia e ha una durata di due anni (2017-2018, vedi Figura 6.8).



Figura 6.8. Locandina del progetto Art & Science.

I migliori 24 studenti, selezionati da un comitato internazionale, saranno invitati a partecipare ad un corso di formazione di una settimana sul tema arte e scienza, che si terrà a settembre 2018 presso i laboratori del CERN di Ginevra. Diverse borse di studio, conferite dagli Enti patrocinanti e dagli sponsor del progetto, saranno assegnate agli studenti vincitori.

Il progetto è composto di una prima fase, denominata *formativa*, durante la quale saranno organizzati seminari e incontri con gli studenti per introdurre i concetti di base della fisica delle particelle elementari e illustrare le attività di ricerca svolte dall'INFN e dal CERN di Ginevra. Questi eventi saranno organizzati in tutte le cinque sedi e saranno curati dai ricercatori dell'INFN e dei dipartimenti di Fisica. Durante la seconda fase, denominata *creativa*, gruppi di tre studenti saranno invitati a realizzare delle composizioni artistiche ispirate agli argomenti scientifici affrontati durante la prima fase. Tutte le composizioni artistiche, realizzate dagli studenti di ogni sede, saranno esposte alla mostra chiamata "I colori del Bosone di Higgs" che si terrà per un massimo di tre settimane in uno dei musei della città. Per ognuna delle cinque tappe una giuria internazionale composta da scienziati e personalità del mondo dell'arte selezioneranno le migliori 10 composizioni artistiche, che accederanno di diritto alla competizione Nazionale. I vincitori (primi classificati) di ogni tappa ed i primi tre classificati della competizione nazionale vinceranno una borsa di studio per partecipare ad un Master su Arte e Scienza della durata di 5 giorni presso i laboratori del CERN di Ginevra.

Il progetto nasce nell'ambito del movimento culturale denominato STEAM³ (Science, Technology, Engineer, Art, Mathematics), movimento che sta riscuotendo un enorme interesse e che ha introdotto l'Arte tra le discipline più strettamente scientifiche e che prova, per la prima volta, ad accomunare la creatività del settore scientifico con quella del campo artistico. Lo scopo del progetto è di avvicinare tutti gli studenti, e non solo quelli con un "score" alto nelle materie scientifiche, al mondo della scienza e della ricerca scientifica usando l'arte come mezzo di comunicazione universale. Sarà l'arte il "linguaggio" attraverso il quale si stabilirà la comunicazione tra il mondo della scienza e della ricerca e la comunità scolastica che rappresenta la futura generazione di possibili scienziati e ricercatori.

³ <http://stemtosteam.org/>

Il progetto si sviluppa in quattro fasi differenti:

1. Fase di divulgazione e di formazione:
 - Il Comitato di coordinamento del progetto, con il supporto dei ricercatori dell'INFN, del CERN e dei dipartimenti di fisica, organizzerà dei seminari/eventi che saranno svolti presso le scuole e/o presso le sedi INFN/Università:
 - visita guidata presso un museo scientifico;
 - visita guidata presso un museo artistico;
 - visita guidata presso laboratori INFN/Università;
 - visita guidata presso uno dei laboratori nazionali dell'INFN (Firenze, Frascati o Legnaro);
 - libero accesso a una vasta gamma di materiale divulgativo (pubblicazioni, foto, filmati...) dell'INFN e del CERN di Ginevra;
 - lavoro di formazione svolto in classe o in laboratorio presso le sedi scolastiche.
2. Formazione dei gruppi di lavoro:
 - ogni scuola formerà dei “gruppi di lavoro” composti da 3 studenti, possibilmente di diversa estrazione culturale (classica, scientifica e artistica), e da uno o più docenti.
3. Fase creativa:
 - ogni gruppo di lavoro sarà invitato a progettare e realizzare una composizione artistica che rappresenti in modo chiaro uno degli argomenti scientifici trattati durante la prima fase;
 - gli studenti, con la supervisione dei docenti e del comitato di coordinamento, potranno creare la loro composizione artistica usando una delle tante forme d'arte disponibili oggi giorno;
 - la composizione artistica dovrà avere dei costi e delle dimensioni contenute in modo da poter essere facilmente trasportata nei musei locali e nazionali.
4. Selezioni e premiazioni:
 - giuria internazionale: composta scienziati ed esperti del mondo dell'arte;
 - selezione Locale: la giuria selezionerà le prime 10 composizioni artistiche, esposte alla mostra “I colori del Bosone di Higgs”, di ogni tappa, che accederanno alla selezione nazionale. Il primo classificato accederà direttamente al Master del CERN;

- selezione Nazionale: Le 50 composizioni artistiche, selezionate a livello locale, saranno esposte in una mostra nazionale che si terrà nel marzo 2018 a Napoli. I primi 3 gruppi accederanno al Master del CERN con delle borse di studio. I primi 20 classificati riceveranno dei premi durante la cerimonia di premiazione che si terrà a Napoli il 6-7 aprile 2018. Le composizioni dei primi 20 classificati verranno poi esposte nelle mostre delle prossime edizioni di questo progetto;
- master al CERN: durante il Master gli studenti potranno visitare i laboratori del CERN, visitare alcuni degli esperimenti e degli acceleratori di particelle, partecipare a una serie di lezioni sulla ricerca scientifica e sull'arte, lavorare a stretto contatto con i ricercatori e ingegneri e incontrare alcuni degli scienziati più famosi di questo settore;
- evento conclusivo: l'ultima tappa del progetto si terrà a Napoli, dove il 6-7 aprile 2018 verrà organizzato un evento conclusivo al quale saranno invitati tutti gli studenti, docenti, artisti e ricercatori che hanno preso parte al progetto. Alla mostra di Napoli saranno esposte tutte le composizioni artistiche premiate localmente e saranno selezionati e premiati i gruppi vincitori del progetto.

Tutte le ore di lavoro svolte dagli studenti, sia durante la fase divulgativa che durante quella creativa, potranno essere inserite nell'ambito della ASL ai sensi della Legge 107/2015, seguendo le normative dell'accordo stipulato tra la scuola e la Sezione locale dell'INFN. Secondo una stima preliminare ci saranno circa 120-140 ore disponibili nel biennio per gli studenti che aderiranno al progetto. Sarà poi compito della scuola e del supervisore INFN del progetto definire il monte ore per anno.

Il comitato di coordinamento è responsabile dell'organizzazione e dell'esecuzione di tutte le fasi del progetto. Il comitato artistico scientifico, che selezionerà le migliori composizioni artistiche sia a livello locale che nazionale sarà composto da scienziati e artisti vicini al mondo STEAM che saranno scelti dal comitato di coordinamento.

L'esperimento CMS ha un ruolo fondamentale nell'organizzazione del progetto in quanto partner principale del progetto CREATION di Horizon 2020 e proprietario della collezione art@CMS. Due membri del gruppo di comunicazione di CMS fanno parte del Comitato di coordinamento e parteciperanno all'organizzazione dei vari eventi previsti. CMS metterà a disposizione parte del suo materiale divulgativo per tutto lo svolgimento del progetto. CREATIONS e CMS provvederanno al conferimento di alcune borse di

studio per i vincitori della competizione. I vincitori delle varie competizioni saranno invitati dal CERN a trascorrere presso i loro laboratori una settimana di formazioni relativa al mondo delle scienze e dell'arte. Il CERN organizzerà per loro delle visite guidate, dei seminari, un incontro con alcuni dei fisici più famosi e una serie di attività da svolgere presso i laboratori didattici del CERN. Mónica Bello (Curator and Head of Arts at CERN), farà parte del Comitato artistico scientifico che selezionerà le migliori composizioni artistiche sia a livello locale che nazionale. Per l'evento conclusivo di Napoli, il CERN presenterà il programma "Arts at CERN" e contribuirà all'organizzazione della mostra "Accelerating Science" nel caso in cui saranno reperiti i fondi e gli spazi per ospitarla. CERN farà del suo meglio per poter ospitare le composizioni artistiche dei vincitori della competizione dopo l'evento conclusivo di Napoli.

L'INFN è il responsabile principale del progetto italiano "Art & Science across Italy". Le quattro sezioni dell'INFN di Milano, Firenze, Padova e Napoli e l'ufficio di Comunicazione centrale sono incaricati di organizzare gli eventi divulgativi, le quattro tappe della mostra "I colori del Bosone di Higgs" e la fase di selezione e premiazione. L'INFN metterà a disposizione le sue competenze scientifiche e divulgative per garantire il perfetto svolgimento del progetto e darà il supporto necessario per coinvolgere i musei interessati e le varie istituzioni locali e nazionali.

Appendici - Materiali prodotti

A1. Abstract dei seminari di Fisica a Città della Scienza 2017.

DAL MACRO AL MICRO-COSMO

Dott. Stefano Morisi (Università degli Studi di Napoli Federico II).
18 gennaio 2017 – sala SAFFO.

La comprensione dell'universo cosmico, della sua origine e delle leggi che lo regolano, è legata alla conoscenza della fisica microscopica, delle particelle elementari e delle loro interazioni fondamentali. I meccanismi che, dal Big-Bang circa 14 miliardi di anni fa, hanno determinato l'evoluzione dell'universo e la sua struttura attuale, possono essere compresi, seppur in parte, alla luce del Modello Standard, la teoria che descrive i costituenti elementari della materia e le loro interazioni. Il Modello Standard, tuttavia, non è in grado di spiegare tutto ciò che osserviamo. La materia, di cui si compongono le stelle e noi stessi, costituisce solo il 4% di tutto l'universo. Si calcola che il 23% del nostro universo sia fatto di materia "oscura", perché non emette o assorbe radiazione luminosa, ed il rimanente 73% di una energia altrettanto oscura, perché di essa non sappiamo nulla. Questi due componenti misteriosi sono ipotizzati per spiegare la radiazione cosmica di fondo, il moto delle galassie e l'espansione accelerata dell'universo come indicato dalla luce delle Supernovae più distanti. L'alternativa è che sia sbagliata la teoria della relatività o quella della gravitazione universale. Tutto questo ci fa pensare a scenari di fisica, ancora ignota, dove sono possibili fenomeni non noti, come la presenza di nuove particelle o nuove dimensioni spazio-temporali.

LE RADIAZIONI E L'UOMO: UNA CONTROVERSA CONVIVENZA

Dott. Lorenzo Manti (Università degli Studi di Napoli Federico II).
25 gennaio 2017 – sala SAFFO.

L'esposizione alla radiazione ionizzante rappresenta una realtà praticamente ubiquitaria e pressoché ineludibile. I suoi effetti tumorigenici sono da tempo conclamati ma, altrettanto innegabili, sono i benefici che ne derivano, per esempio proprio nella cura dei tumori. Una rassegna dei princi-

pali effetti, acuti e tardivi a livello biologico di interesse per la salute umana, verrà presentata nel tentativo di far conoscere meglio questo pericoloso alleato.

FISICI, IL GPS ED INTERNET: DA ARPANET AL GARR, DAL WEB ALLA GRID
Dott. Paolo Mastroserio (Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Napoli).
1 febbraio 2017 – sala SAFFO.

La presentazione si prefigge l'obiettivo di descrivere alcune delle ricerche che svolgono i fisici e l'avanzamento tecnologico nel campo delle reti telematiche che li ha visti protagonisti. Si parte dalla nascita dei primi calcolatori e dalle prime esperienze di lancio di satelliti in orbita attorno alla terra che hanno determinato anche l'invenzione del GPS. Si prosegue con la nascita della prima rete americana Arpanet, per arrivare alla rete accademica italiana: il GARR (Gruppo Armonizzazione Reti della Ricerca). Durante il seminario verranno mostrati apparati d'epoca che hanno fatto la storia dell'informatica. Per concludere, dopo il Web, si parlerà di un nuovo progetto rivoluzionario promosso dai fisici che si prefigge di cambiare lo scenario telematico: è la WWG, acronimo di World Wide Grid, e cioè una grande griglia, la GRID, che mettendo insieme centinaia di migliaia di computer sparsi per il mondo, va a formare un unico grande strumento di calcolo.

LA RICERCA DELLA BOSONE DI HIGGS A LHC
Dott. Luca Lista (Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Napoli)
8 febbraio 2017 – sala ARCHIMEDE.

Nel 2012 è stato scoperto al Large Hadron Collider del CERN il bosone di Higgs, l'anello mancante al Modello Standard, la teoria che attualmente descrive le particelle elementari e le loro interazioni fondamentali. Questa scoperta è avvenuta dopo decenni di ricerche in cui il Modello Standard è stato testato con estrema precisione agli acceleratori di particelle. Il bosone di Higgs è fondamentale per comprendere l'origine della massa delle particelle elementari, e senza di questo il mondo e la materia di cui siamo fatti non potrebbero esistere, almeno nel modo che conosciamo. Questa scoperta non risponde però a tutte le domande aperte nella fisica fondamentale. Resta ad esempio sconosciuta la natura della materia oscura che

sappiamo costituire gran parte della materia presente nel cosmo. Le ricerche al Large Hadron Collider continuano con energia ancora maggiore dal 2015 dopo un periodo di interventi sulla complessa macchina e sugli esperimenti.

L'ENERGIA

Dott. Luigi Coraggio (Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Napoli).
15 febbraio 2017 – sala ARCHIMEDE.

L'energia è una proprietà della materia che si manifesta sotto diverse forme. Diverse branche della fisica forniscono definizioni di diverse forme di energia, che è possibile trasformare da una forma in un'altra (energia meccanica, elettromagnetica, termica, nucleare, ...). L'energia è tuttavia sottoposta ad un importante vincolo di conservazione: non si può né creare né distruggere. E ogni trasformazione dell'energia da una forma ad un'altra ha necessariamente un'efficienza limitata, ed una parte dell'energia trasformata verrà inevitabilmente “sprecata”. La natura fisica dell'energia costituisce un invalicabile limite al suo utilizzo da parte delle società umane. Anche la ricerca e l'utilizzo di nuove fonti, rinnovabili e non, dovranno fare i conti con la sua natura finita e con i limiti della sua utilizzabilità.

MISTERI E STRANEZZE DEL NEUTRINO

Dott. Pasquale Migliozzi (Istituto Nazionale Fisica Nucleare - Napoli).
22 febbraio 2017 – sala SAFFO.

L'esistenza di una particella neutra di massa infinitesimale fu ipotizzata da Wolfgang Pauli nel 1930, come “rimedio disperato” per spiegare le caratteristiche della radiazione beta. Si devono poi ad Enrico Fermi l'elaborazione della prima teoria del neutrino e l'attribuzione del suo nome. La prima rivelazione di un neutrino risale al 1956, quando Clyde Cowan e Frederick Reines riuscirono a catturare alcuni antineutrini prodotti da un reattore nucleare. Da allora la nostra conoscenza del neutrino si è via via arricchita di nuovi fatti e soprattutto di “misteri” associati alla sua particolare natura ed al ruolo primario che ricopre nel nostro Universo. Oggi si conoscono tre tipi di neutrino, detti elettronico, muonico e tauonico, i quali sembrano poter liberamente “trasformarsi” l'uno nell'altro secondo il meccanismo di “oscillazione” originariamente proposto da Bruno Ponte-

corvo. Questa scoperta costituisce la prima evidenza di fisica non descritta dal Modello Standard. Recentemente la ricerca si è concentrata sullo studio dei neutrini di altissima energia emessi da oggetti distanti miliardi di anni luce dalla Terra. Quest'approccio, complementare a quello degli esperimenti agli acceleratori, permetterà di "studiare" l'Universo come era qualche miliardo di anni dopo il Big Bang.

LA FISICA DELLE STELLE

Prof. Lucio Gialanella (Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli).
8 marzo 2017 – sala ARCHIMEDE.

L'anno 2011 ha segnato la ricorrenza del centesimo anniversario della scoperta del nucleo atomico da parte di Ernest Rutherford, evento che ha segnato un'autentica rivoluzione nel nostro modo di intendere il mondo e di viverci, giorno dopo giorno. In questi cento anni, grazie alla comprensione profonda della struttura del nucleo e della dinamica delle reazioni nucleari, è stato possibile ad esempio svelare come brucino le stelle, come estrarre energia dai nuclei, come migliorare la qualità della vita e aumentarne la durata attraverso molteplici applicazioni mediche. Dopo aver rievocato l'esperienza di Rutherford, prototipo di una serie impressionante di esperimenti in corso ancora oggi, sarà descritto come la Fisica Nucleare abbia prodotto, nel corso degli anni, una varietà di applicazioni di cui tutti siamo beneficiari. Saranno quindi individuate quali opportunità la Fisica Nucleare potrebbe offrire, nel prossimo futuro, per il miglioramento della nostra vita.

LA MASSA

Prof. Pietro Santorelli (Università degli Studi di Napoli Federico II).
15 marzo 2017 – sala AVERROÈ.

La massa è una grandezza fisica la cui natura è ancora oggi oggetto di ricerca. Il concetto di massa fu introdotto per la prima volta da Newton nel 1687 e nella meccanica classica il termine è stato usato per indicare due grandezze fisiche, in principio differenti, la massa inerziale e quella gravitazionale. Numerosi esperimenti hanno confermato con grande precisione che le due grandezze fisiche sono equivalenti. Nella teoria della relatività ristretta il concetto di massa è andato modificandosi con l'introduzione della massa relativistica. A livello

subatomico, invece, la massa di una particella elementare è il risultato di un meccanismo, il meccanismo di Higgs, strettamente legato all'esistenza di una particella scoperta solo recentemente: il bosone di Higgs.

**EINSTEIN, LA RELATIVITÀ GENERALE E LE CATASTROFI STELLARI:
ONDE GRAVITAZIONALI**

Dott. Fabio Garufi (Università degli Studi di Napoli Federico II).

22 marzo 2017 - teatro Galilei.

Nel 1915 Albert Einstein pubblicò il suo capolavoro: la Teoria della Relatività Generale (TRG). In questa teoria rivoluzionaria, lo spazio ed il tempo, che già erano stati unificati in un unico sistema di coordinate – lo spazio-tempo (o cronotopo) – vengono deformati dalla presenza di una forza, e per converso, la deformazione dello spazio-tempo viene percepita da una massa come una forza. Quando nell'Universo si verifica un evento catastrofico: esplosioni di supernovae, coalescenza di due stelle binarie che spiraleggiano una verso l'altra, buchi neri che inghiottono stelle di neutroni o altri buchi neri, la distribuzione della massa e quindi della forza gravitazionale subisce delle variazioni e, di conseguenza, si producono delle increspature nel tessuto del cronotopo che si propagano alla velocità della luce: sono le Onde Gravitazionali. La natura della forza gravitazionale, di gran lunga la più debole delle interazioni fondamentali, fa sì che le onde gravitazionali siano estremamente difficili da produrre anche negli eventi cosmici più estremi e, ancor più, da rivelare. La rivelazione delle onde gravitazionali con esperimenti sulla terra e nello spazio è una delle sfide del XXI secolo che è già partita ed in cui l'Italia è in prima fila con l'esperimento VIRGO vicino a Pisa ed ha una lunga tradizione che risale ad Edoardo Amaldi. L'osservazione delle onde gravitazionali aprirà una nuova finestra per l'astronomia.

**LA FISICA DELLE PARTICELLE E I SEGRETI DEI VULCANI: UNA SFIDA
PER GUARDARE ATTRAVERSO I VULCANI E NON SOLO...**

Prof. Giulio Saracino (Università degli Studi di Napoli Federico II).

29 marzo 2017 – sala SAFFO.

La terra è investita continuamente da una radiazione di origine cosmica, per la maggior parte costituita da protoni che, interagendo con i nuclei dell'atmosfera, produce nuove particelle. Tra queste troviamo i muoni, particelle molto penetranti che riescono ad attraversare anche centinaia di metri di roccia. Questa proprietà può essere utilizzata per ottenere delle “radiografie” di oggetti molto

grandi, quali ad esempio l'edificio di un vulcano o una piramide. Per realizzare tali radiografie, dette anche "muografie" si utilizzano dei rivelatori di particelle, strumenti capaci di misurare la direzione ed il numero di muoni.

Nel seminario saranno illustrati i principi della radiografia muonica ed alcune sue applicazioni. In particolare sarà descritto l'esperimento MURAVES, che ha come obiettivo quello di realizzare una muografia della parte superiore del Gran Cono del Vesuvio. Affiancando la muografia del Vesuvio con altre misure convenzionali, come quella gravimetrica e quelle geo-elettriche, si cercherà di compiere un ulteriore passo in avanti verso la conoscenza della struttura del vulcano.

LA FISICA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI

Prof. Giulia Ricciardi (Università degli Studi di Napoli Federico II).

5 aprile 2017 – sala SAFFO.

Attraverso lo studio delle particelle elementari si cerca di raggiungere la massima semplicità nella descrizione e comprensione della diversità osservata nell'universo. Negli anni, l'elenco delle particelle e delle forze ritenute fondamentali ha subito continui cambiamenti man mano che indagini sempre più approfondite della materia e delle sue interazioni rivelavano atomi entro le molecole, nuclei ed elettroni entro gli atomi, nucleoni all'interno del nucleo, quark e gluoni entro il nucleone, e altre particelle elementari. Quest'anno, il Nobel per la Fisica, conferito a François Englert e Peter Higgs, ha premiato la predizione, fatta insieme a Robert Brout (morto nel 2011), di un tassello mancante nell'attuale quadro delle particelle elementari, il bosone che porta il loro nome, scoperto nel 2012 al CERN. In questo seminario si discuterà di tale bosone, e in generale del ruolo che giocano nel nostro universo le particelle che lo compongono, delle nostre attuali conoscenze, riassunte nel cosiddetto Modello Standard, e del futuro della ricerca nelle particelle elementari.

STORIA DELL'UNIVERSO

Prof. Giuseppe Longo (Università degli Studi di Napoli Federico II).

12 aprile 2017 – sala SAFFO.

La breve lezione cercherà di riassumere lo stato attuale delle conoscenze sull'evoluzione dell'universo. Partendo dagli istanti immediatamente succes-

sivi al Big Bang si racconterà del come l'energia iniziale si sia progressivamente raffreddata a formare le prime particelle elementari e, da queste, in rapidissima sequenza, gli atomi, le molecole, le stelle e le galassie. La descrizione sarà di tipo fenomenologico e porrà forte enfasi sui principi fisici che ci hanno consentito di acquisire queste conoscenze. La parte finale sarà dedicata a spiegare i limiti delle teorie attuali e cosa si sta facendo per cercare di superarli.

PERCHÉ IL NOSTRO DNA NON È COME UN PIATTO DI SPAGHETTI

Prof. Mario Nicodemi (Università degli Studi di Napoli Federico II).

19 aprile 2017 – sala ARCHIMEDE.

Ciascuna delle cellule umane, pur essendo grande solo qualche millesimo di millimetro, contiene due metri di DNA. Esso è ripiegato nel nucleo cellulare in una complessa architettura tridimensionale che ha precisi scopi funzionali: per esempio regioni remote del DNA controllano l'attività di un certo gene ripiegandovisi sopra e stabilendo un contatto fisico. La struttura spaziale del genoma racchiude quindi il segreto della regolazione dei geni. Combinando tecniche di fisica dei polimeri e di biologia abbiamo cominciato a svelare la complessa organizzazione spaziale del genoma e i meccanismi molecolari che ne sono alla base. Usando questi nuovi approcci si riesce per la prima volta a prevedere l'effetto delle mutazioni sulla struttura 3D del DNA e quindi sul controllo dei geni. Questi risultati aprono concretamente la strada a nuove tecniche di diagnostica per importanti malattie umane, come le malattie congenite o il cancro.

GATTO VIVO O GATTO MORTO? REALTÀ CLASSICA E REALTÀ QUANTISTICA A CONFRONTO

Prof. Renato Fedele (Università degli Studi di Napoli Federico II).

26 aprile 2017 – sala OLIVETTI.

Si presenterà lo sviluppo concettuale della meccanica quantistica partendo dal dualismo onda-corpuscolo. Si svilupperà un parallelo, attraverso immagini, con situazioni ambigue note in psicologia della percezione. Si concluderà con un confronto con la logica (classica e sfumata) mettendo in evidenza paradossi e situazioni logicamente indecidibili.

ATOMI

Prof. Umberto Scotti di Uccio (Università degli Studi di Napoli Federico II).
3 maggio 2017 – sala SAFFO.

Secondo Richard Feynman, la scoperta più importante della Fisica è questa: il mondo è fatto di atomi, e questi atomi sono uguali in tutti i punti dell'Universo che esploriamo.

In questo intervento ripropongo alcuni esperimenti storici e alcune considerazioni teoriche fondamentali che hanno aperto ai Fisici le porte dell'atomo. Aprirò quindi una discussione critica sulle questioni più semplici, a partire dalla connessione tra il nostro modo di esprimerci e la realtà sperimentale. Cosa significa dire “una particella alfa colpisce un atomo”? Si può vedere un atomo? Si può parlare di “forma” di un atomo? Insomma, cosa concretamente possiamo dire nel descrivere gli esperimenti e le proprietà fisiche dell'atomo? Infine, proporrò una questione di carattere generale e interdisciplinare. Che relazione c'è tra la descrizione fisica dell'atomo e la descrizione chimica dell'atomo? E che dire dell'atomo come lo presenta la Filosofia?

HARRY POTTER E LA SUPERCONDUTTIVITÀ

Prof. Francesco Tafuri (Università degli Studi di Napoli Federico II).
5 maggio 2017 – sala SAFFO.

Uno sviluppo sostenibile della società non può prescindere dalla scienza e dalle soluzioni che solamente la conoscenza può offrire. La teoria quantistica è probabilmente uno dei più potenti risultati della mente umana. Offre una visione coerente del mondo microscopico insieme a leggi che governano l'evoluzione dell'Universo nel suo complesso, fornendo al tempo stesso un'impressionante serie di potenti soluzioni tecnologiche. Nonostante il suo successo, la fisica quantistica sembra strana perché le sue leggi sono contro la nostra visione intuitiva della realtà. Noi discuteremo come i fenomeni di superconduttività costituiscono un prezioso riferimento per comprendere aspetti macroscopici della meccanica quantistica. La superconduttività è un effetto quantistico spettacolare per cui la corrente elettrica fluisce attraverso un conduttore senza perdita di energia alcuna dissipazione. Dimostreremo come i superconduttori opportunamente ingegnerizzati in dispositivi innovativi catturano processi e codici quantistici che emergono a livello macroscopico. Le stranezze della meccanica quantistica diventano tangibili, un og-

getto macroscopico può superare una barriera per effetto tunnel per esempio, analogamente a come Harry Potter attraversa il muro del binario 9 e 3/4 a King's Cross. I progressi tecnologici aprono la strada per la manipolazione diretta e il controllo di tali stranezze, promettendo una più ampia diffusione delle tecnologie quantistiche dalla comunicazione ai sensori e computer quantistici.

FIAT LUX, COME LA LUCE HA CAMBIATO LE NOSTRE VITE

Dott. Antigone Marino (Istituto di Science Applicate e Sistemi Intelligenti CNR - Napoli).

10 maggio 2017 – sala SAFFO.

Che luce sia! Si potrebbe dire che questo sia stato il motto del novecento. Gli studi sulla luce di Newton, le grandi scoperte sulla radiazione elettromagnetica di Planck e Maxwell, trovano finalmente il loro sbocco tecnologico verso la fine del secolo scorso. I laser, le fibre ottiche, la fotografia digitale sono solo alcune delle tecnologie basate sulla luce che hanno stravolto le nostre vite. Ma come funzionano? E come è possibile che la luce, le cui straordinarie caratteristiche erano già note a greci ed egizi, abbia dovuto aspettare tanto per diventare protagonista delle nostre vite? Il termine luce (lux) si riferisce alla porzione dello spettro elettromagnetico visibile dall'occhio umano. Il Sole è la sorgente luminosa più grande a nostra disposizione, responsabile delle fotosintesi clorofilliana e della vita sul pianeta Terra. Sin dall'antichità era noto che la luce interagisse con la materia dando vita a vari fenomeni, tra cui i più noti sono l'assorbimento, la diffusione, la riflessione, la rifrazione e la diffrazione. Ma bisognerà aspettare l'avvento della meccanica quantistica agli inizi del XX secolo per comprendere che la luce non è solo un'onda elettromagnetica, ma possiede anche proprietà tipiche delle particelle. E così il mondo scopre il fotone, la particella che descrive la luce. Ed entra in un nuovo illuminismo tecnologico.

VITA NELL'UNIVERSO

Dott. Giovanni Covone (Università degli Studi di Napoli Federico II).

12 maggio 2017 – sala SAFFO.

Gli alieni da sempre occupano un gran spazio nell'immaginario collettivo ed hanno portato a fenomeni di speculazioni pseudoscientifiche e supersti-

zioni. La conferenza sarà articolata in due parti: nella prima si tratterà brevemente una sintesi delle teorie pluraliste che, iniziate in epoca greca e passate per Giordano Bruno, continuano a trovare spazio nelle attuali speculazioni sugli UFO. La seconda parte si occuperà invece degli aspetti scientifici del problema e si occuperà degli sforzi che si stanno attualmente facendo per cercare di rivelare i primi segnali radio e ottici provenienti da eventuali e molto probabili civiltà aliene.

LUCE, MATERIA E VITA

Prof. Carlo Altucci (Università degli Studi di Napoli Federico II).

17 maggio 2017 – sala OLIVETTI.

L'interazione tra la luce e la materia, di fondamentale importanza in molti campi della Scienza e della Tecnologia, dalla Fisica alla Chimica a molti settori dell'Ingegneria, in anni più recenti ha trovato un ruolo primario al centro di molti fondamentali processi delle Scienze della Vita. Ad esempio, si è scoperto che si possono usare impulsi di luce molto brevi per filmare o guidare le interazioni tra DNA e proteine e proteina-proteina all'interno di cellule vive, umane e non. Un altro campo molto promettente è costituito dalla nano-biofotonica nel quale si studiano le interazioni tra la materia, spesso biologica, e la luce alla scala spaziale nanometrica, quella atomica e sub-atomica, dove le proprietà della materia assumono caratteristiche diverse da quelle ordinarie. Queste caratteristiche sono estremamente utili in campi fondamentali quali l'energetica (fotovoltaico), lo sviluppo sostenibile e la tutela dell'ambiente (sensing e bio-sensing) e Scienze della Vita più di frontiera come la Genomica, la Proteomica e l'Epigenomica (le cosiddette "Omics Science").

I PRINCIPI DEL COMPUTER QUANTISTICO

Dott. Alberto Porzio (CNR - SPIN, Napoli).

24 maggio 2017 – sala SAFFO.

Sin dall'antichità l'uomo ha costruito *macchine* che potessero aiutarlo nei calcoli. Successivamente ha cominciato ad usare i numeri per codificare, immagazzinare e trasmettere le informazioni. Nei tempi moderni le due funzioni si sono fuse negli attuali computer. Oggi la comunità scientifica è impegnata nello studiare come e fino a che punto sia possibile oltrepassare le

potenzialità dei computer sfruttando le peculiarità della natura *quantistica* della materia che ci circonda realizzando quello che viene detto il computer quantistico. In questo seminario proveremo a capire come e perché sfruttando i *paradossi* della meccanica quantistica sia possibile realizzare sistemi in grado di svolgere compiti oggi proibiti ai nostri computer. Si mostreranno i principi di funzionamento e i limiti intrinseci e tecnologici che, per ora, precludono la produzione di computer quantistici su larga scala. Infine, parleremo del paradosso EPR e del concetto di *entanglement* quale principale mattone della computazione quantistica.

A2. Report sul test simulato di autovalutazione degli studenti di scuola secondaria superiore.

Di seguito riportiamo i principali risultati del test simulato PLS svolto il giorno 4 maggio 2017. Gli obiettivi principali di tale attività erano:

- fornire agli studenti dati sulla loro preparazione riguardo le aree dei test di ammissione ai corsi di Scienze e Ingegneria;
- fornire agli insegnanti dati aggregati ad uso didattico;
- individuare aree di contenuto difficili per studenti;
- analizzare il ruolo di diversi tipi variabili sul punteggio al test;
- confrontare i risultati con quelli disponibili dal CISIA;
- confrontare le difficoltà tra le varie aree del test.

Il questionario

Il questionario era costituito da 100 domande così distribuite:

- 10 domande di area «logica» scelte dal test CISIA - Scienze e Ingegneria del settembre 2016;
- 40 domande di biologia e chimica scelte dal test CISIA per i corsi a numero programmato Biologia - Chimica del settembre 2016;
- 20 domande di matematica 1° e 2° livello scelte dal test CISIA - Scienze e Ingegneria del settembre 2016;
- 20 domande di fisica scelte dal test CISIA - Scienze e Ingegneria settembre 2016 e da questionari di ricerca didattica;
- 10 domande di comprensione del testo dal test CISIA per i corsi a numero programmato Biologia - Chimica del settembre 2016.

Il punteggio è stato così assegnato: 1 punto per ogni risposta corretta, 0 punti per ogni risposta non data (ND), penalizzazione di 0,25 punti per ogni risposta errata. Per l'analisi interna, il punteggio è stato semplificato: 1 punto per ogni risposta corretta, 0 punti per ogni risposta non data o errata.

Campione

In totale hanno partecipato 426 studenti dell'ultimo anno così distribuiti (Tabella A.I):

Tabella A.I: scuole partecipanti al test simulato di autovalutazione.

Scuola	N. studenti
Calamandrei-Napoli	4
Cuoco-Campanella-Napoli	1
Don Lorenzo Milani-Gragnano	38
Durante-Frattamaggiore	13
Fonseca-Napoli	4
Giordani-Striano-Napoli	12
Labriola-Napoli	36
Majorana-Pozzuoli	40
Maria Ausiliatrice-Napoli	25
Mazzini-Napoli	6
Mercalli-Napoli	8
Nitti-Napoli	15
Nobel-Torre Del Greco	8
Pitagora-Pozzuoli	6
Segrè-Marano	20
Siani-Casalnuovo	4
Siani-Napoli	44
Silvestri-Portici	20
TL Caro-Napoli	15
TL Caro-Sarno	12
Torricelli-Somma V.	46
Urbani-San Giorgio a Cr.	40
Vittorio Emanuele II-Napoli	9

In media il numero di risposte non date è stato 30 (Figura A1). Di conseguenza, in totale, solo 415 sono stati i questionari analizzati perché 11 di questi presentavano più del 70% di risposte non date.

Appendice A2

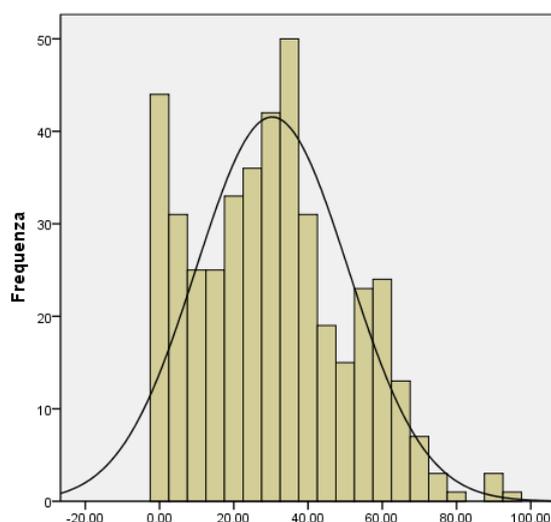


Figura A1. Distribuzione del numero delle risposte non date al test simulato di autovalutazione.

Statistiche dei partecipanti

L'età media era 17.9 ± 0.7 anni. Circa il 44% degli studenti era di sesso femminile. Il 43% proveniva da scuole di Napoli, di cui la maggioranza licei scientifici (75.1%). La media Eduscopio⁴ delle scuole era 65 ± 12 punti, il che suggerisce la partecipazione al test anche di istituti che hanno usualmente punteggi bassi, come i tecnici e i professionali. La Figura A2 mostra la distribuzione degli studenti su tre fasce di punteggio di Eduscopio. La maggioranza degli studenti (55%) proveniva da scuole di fascia media e solo il 20% da scuole di fascia alta.

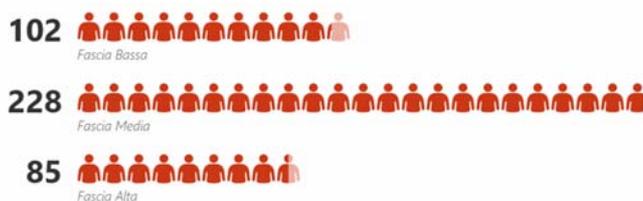


Figura A2. Distribuzione degli studenti sulle tre fasce di punteggio della graduatoria delle scuole di Eduscopio.

⁴ Si veda <https://eduscopio.it/>. Il punteggio (indice FGA) tiene conto al contempo della media e della percentuale di crediti conseguiti

Circa il 40% degli studenti aveva partecipato ad attività di tipo PLS. La figura A3 riporta la distribuzione sulle diverse aree PLS:



Figura A3. Distribuzione degli studenti nelle attività PLS.

In media, gli studenti partecipanti frequentano settimanalmente 3.9 ± 1.1 ore di matematica, 2.5 ± 1.2 ore di fisica e 3.3 ± 1.4 ore di scienze. La maggior parte di queste ore sono frontali, perché la media di ore di laboratorio era 0.2 ± 0.5 per fisica e 1 ± 2 per scienze.

Le figure A4-A6 riportano i dati per le altre variabili. Circa il 33% si sentiva molto preparato, il 43% abbastanza preparato. Inoltre, quasi il 60% degli studenti considerava la simulazione molto utile. Per quel che riguarda le singole discipline, la maggioranza (35%) si sentiva preparata nell'area logico matematica, mentre più di un terzo si sentiva preparato in area scienze. Solo il 4% si sentiva preparato in particolar modo in fisica, il 10% si sentiva preparato in tutte le aree.



Figura A4. Distribuzione degli studenti per percezione di preparazione al test.



Figura A5. Distribuzione degli studenti per percezione di utilità del test.

Appendice A2

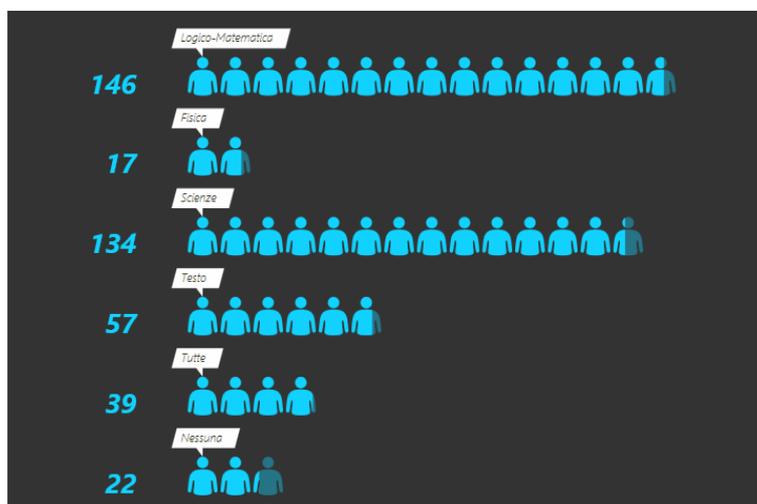


Figura A6. Distribuzione degli studenti per percezione di preparazione nelle aree del test.

Le figure A7-A9 mostrano la percezione delle materie scientifiche insegnate a scuola, l'interesse per una carriera di tipo scientifico, e l'area di interesse nella futura iscrizione all'università. Circa un terzo (32%) aveva un'attitudine positiva verso le scienze, e ben il 57% degli studenti era interessato a proseguire nella carriera scientifica/tecnologica. Tuttavia, come prevedibile per questo tipo di attività, l'area principale di interesse di istruzione terziaria era quella di medicina (34%) seguita in ugual misura da ingegneria e scienze di base (27%). Solo il 12% dichiarava interesse per altre aree disciplinari.



Figura A7. Distribuzione degli studenti per percezione di attitudine verso le scienze.



Figura A8. Distribuzione degli studenti per interesse verso una carriera scientifica.

Appendice A2

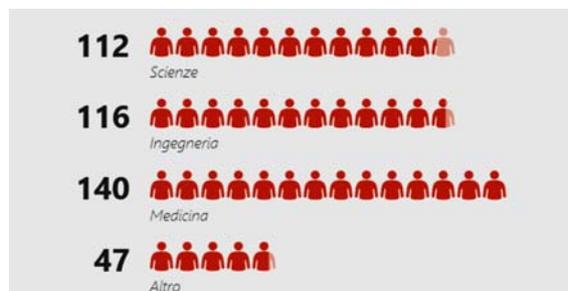


Figura A9. Distribuzione degli studenti per interesse verso aree di istruzione universitaria.

Validità del questionario

L'analisi dati è stata condotta mediante Analisi di Rasch. In questa sede non è possibile scendere in dettagli tecnici. Ci limiteremo a dire che l'analisi di Rasch permette confrontare la difficoltà degli item del questionario e l'abilità degli studenti su un'unica scala (in logit) e in un unico grafico (mappa di Wright). L'affidabilità del questionario è alta (0.84 su 1), la abilità di discriminare gli studenti è anch'essa soddisfacente (2.30) così come la capacità di discriminare tra i diversi tipi di item (8.63).

Risultati

La Figura A10 riporta la distribuzione dei punteggi degli studenti (N=415).

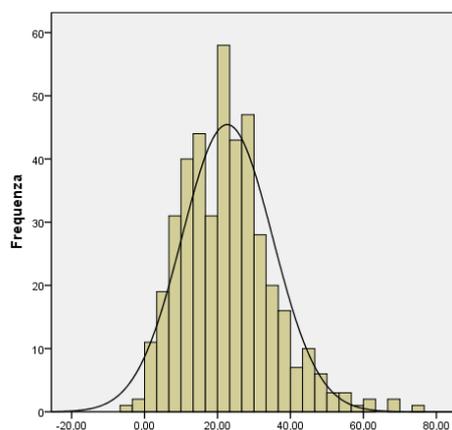


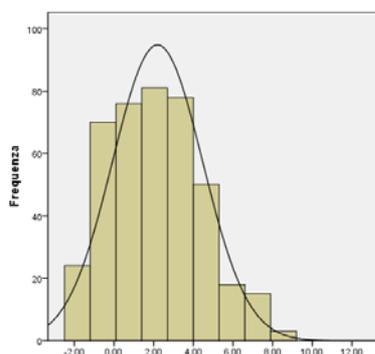
Figura A10. Distribuzione dei punteggi degli studenti al test simulato di autovalutazione.

Il punteggio medio è stato 23 ± 12 . La distribuzione delle risposte corrette e delle risposte non date per le discipline oggetto del test è riportata nella tabella A.II. La percentuale media di risposte corrette è del 34% il che implica che, mediamente, gli studenti hanno sbagliato circa il 22% delle domande.

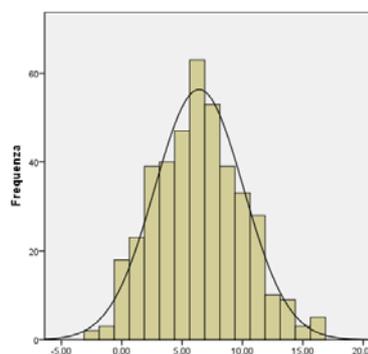
Tabella A.II: percentuali delle risposte non date e delle risposte corrette al test simulato

Aree	% ND	% Corrette
Logica	24,39	32,49
Biologia	23,84	40,39
Chimica	27,57	40,41
Matematica	38	20,59
Fisica	35,53	14,78
Testo	28	55,87
Media	29,56	34,09

I grafici nelle Figure A11-A16 mostrano le distribuzioni dei punteggi nelle diverse discipline. L'area più difficile è risultata essere quella della fisica, per la quale il punteggio medio è pari a 0 su 20. L'area più facile risulta essere quella della comprensione del testo (media = 7 su 10), mentre tra le scienze, l'area in cui gli studenti hanno il punteggio più alto è la chimica (media = 7 su 20).



**Figura A11. Distribuzione dei punteggi degli studenti in Logica (N = 415).
Media = 2 ± 2 (max = 10).**



**Figura A12. Distribuzione dei punteggi degli studenti in Biologia (N = 415).
Media = 6 ± 4 (max = 20).**

Appendice A2

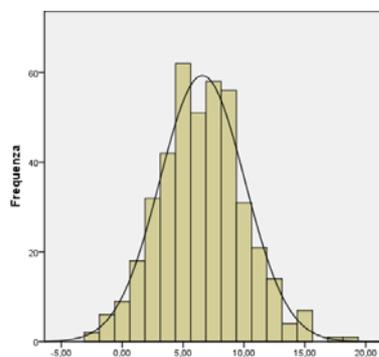


Figura A13. Distribuzione dei punteggi degli studenti in Chimica (N = 415).
Media = 7 ± 3 (max = 20).

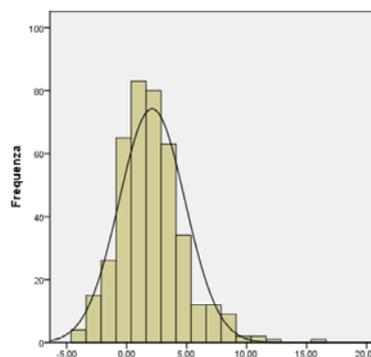


Figura A14. Distribuzione dei punteggi degli studenti in Matematica (N = 409).
Media = 2 ± 3 (max = 20).

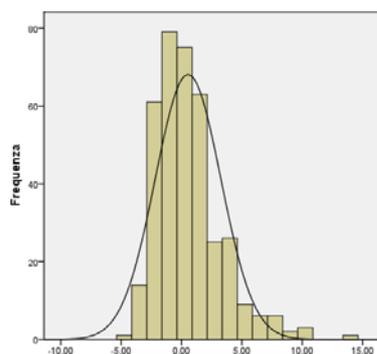


Figura A15. Distribuzione dei punteggi degli studenti in Fisica (N = 371).
Media = 0 ± 3 (max = 20).

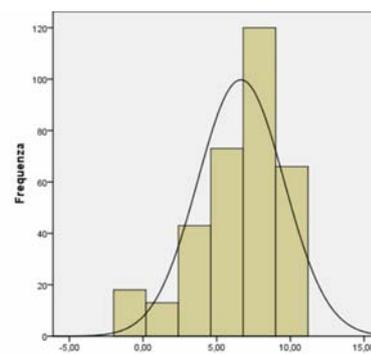


Figura A16. Distribuzione dei punteggi degli studenti in comprensione del testo (N = 333). Media = 7 ± 3 (max = 10).

Correlazioni con le variabili del campione

Genere: il punteggio medio delle ragazze è stato 22 ± 12 , quello dei maschi 23 ± 12 . Tale differenza non risulta statisticamente significativa. Per quel che riguarda le singole discipline, le ragazze hanno un punteggio maggiore in biologia e matematica, ma le differenze non sono statisticamente significative. L'unica area in cui la differenza tra il punteggio delle ragazze e dei ragazzi è statisticamente significativa è la fisica (maschi = 0.88; femmine = 0.10; $t = 7.555$, $p = 0.006$).

Partecipazione al PLS: il punteggio medio degli studenti che avevano seguito il PLS è stato 25 ± 13 , mentre il punteggio medio per gli studenti che non avevano seguito attività PLS è stato 21 ± 12 . La differenza è statisticamente significativa. Per quel che riguarda le singole discipline, il punteggio ottenuto dagli studenti PLS è sempre significativamente maggiore di quello ottenuto dagli altri studenti del campione, tranne per i quesiti di biologia e di comprensione del testo. La differenza maggiore si riscontra nell'area di fisica (1.1 vs. 0.2). Partendo da questo risultato, si è voluto indagare il ruolo delle attività PLS nelle 4 aree maggiormente frequentate, cioè biologia, chimica, fisica e matematica. Il grafico in Figura A17 mostra la distribuzione dei punteggi degli studenti a seconda del PLS seguito.

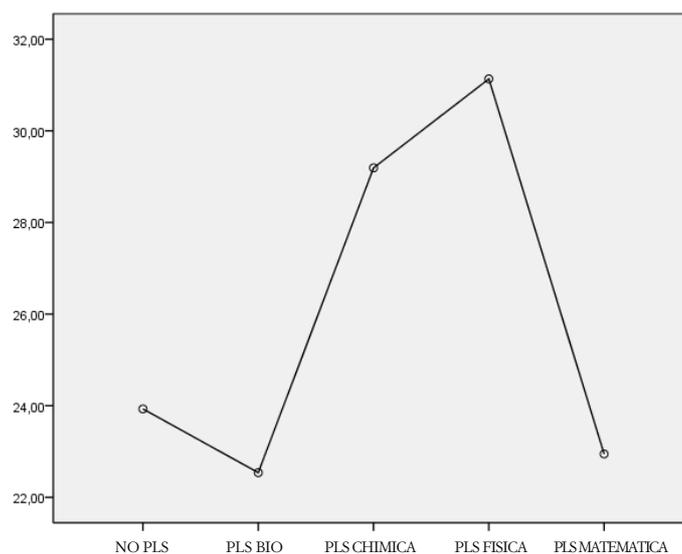


Figura A17. Punteggi dei gruppi PLS al test simulato di autovalutazione.

Per completezza, viene anche riportato il punteggio degli studenti che non hanno seguito alcuna attività PLS. Notiamo che gli studenti che avevano seguito attività PLS in fisica hanno ottenuto il punteggio maggiore (31) seguiti dagli studenti di chimica (29). Gli studenti che invece hanno seguito

il PLS biologia e matematica hanno ottenuto punteggi confrontabili con quelli degli studenti che non avevano seguito alcuna attività PLS (22 e 24, rispettivamente). Le differenze tra i punteggi ottenuti dagli studenti di PLS chimica e fisica rispetto agli altri sono staticamente significative. Possiamo concludere che quindi le differenze tra gli studenti PLS e non PLS sono state dovute soprattutto ai risultati degli studenti che avevano seguito le attività di chimica e fisica.

Tabella A.III: punteggi medi e punteggi medi dei gruppi PLS nelle singole aree del test

Aree	Media	Studenti PLS con punteggio maggiore della media (in ordine di punteggio)
Logica	2.2/10	Fisica (3.0), Matematica (2.8), Chimica (2.6)
Biologia	6.4/20	Biologia (7.0), Chimica (7.0), Fisica (6.8)
Chimica	6.6/20	Chimica (8.8), Fisica (7.3)
Matematica	2.1/20	Fisica (3.4), Matematica (2.5)
Fisica	0.5/20	Fisica (2.2)
Testo	6.6/10	Chimica (7.9), Fisica (6.9)

Tale risultato non implica che le attività PLS abbiano migliorato la preparazione al test, ma soltanto che gli studenti che avevano seguito le attività PLS chimica e fisica avevano una preparazione generale nelle discipline del test maggiore di quella degli altri studenti. In generale, sembra esserci una correlazione tra il PLS seguito e il punteggio ottenuto nelle singole aree, come mostrato dalla tabella A.III. Gli studenti del PLS fisica ottengono il punteggio maggiore nell'area logico-matematica-fisica, mentre quelli di chimica nell'area chimica e testo. Gli studenti PLS biologia ottengono il punteggio maggiore nella propria area, ma in tutte le altre ottengono punteggi sotto la media.

Percezione preparazione: in generale, il 40% degli studenti partecipanti mediamente si sentiva abbastanza preparato per il test. I punteggi ottenuti da questi studenti sono sempre maggiori e le differenze con quelli degli altri studenti sono

sempre significative tranne che in chimica. A titolo di esempio riportiamo in Figura A18 i punteggi nelle domande di fisica dei diversi gruppi di studenti che si sentivano molto confidenti. Notiamo che gli studenti che si sentivano molto confidenti in fisica (4%) hanno ottenuto un punteggio significativamente maggiore degli studenti che si sentivano molto preparati in altre aree del test. Di questo 4% circa il 60% aveva seguito attività PLS fisica.

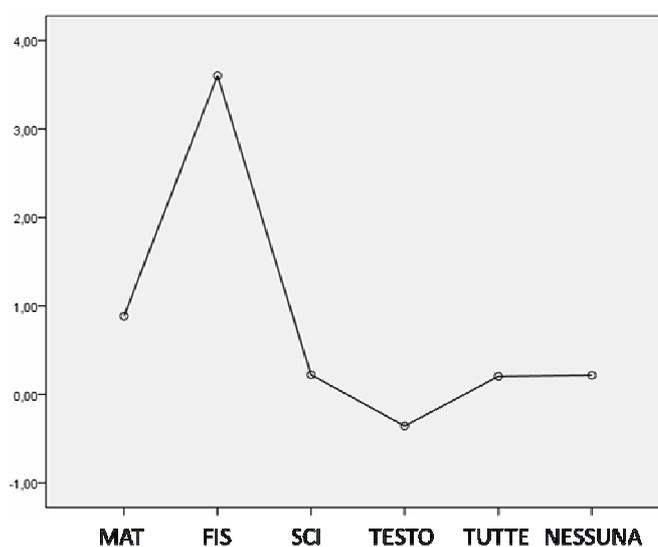


Figura A18. Punteggio nelle domande di fisica per gruppi di percezione preparazione al test alta.

Percezione utilità: in generale, il 57% degli studenti mediamente riteneva il test molto utile per la propria autovalutazione. Il punteggio ottenuto da questi studenti è maggiore di quello ottenuto da altri studenti in tutte le aree del test, tranne in chimica e biologia. Le differenze tuttavia sono significative solo in matematica. Data la esigua numerosità degli studenti che ritenevano il test poco utile, possiamo dire che tale variabile non ha una influenza significativa sul risultato del test.

Attitudine verso le materie scientifiche: in generale, il 32% degli studenti mediamente trovava molto divertenti le ore di scienze. I punteggi ottenuti da questi studenti sono maggiori in tutte le aree e le differenze sono sempre significative, tranne che in logica e comprensione testo. A titolo di esempio riportiamo in Figura A19 i punteggi delle tre fasce di interesse in cui è stato stratificato il campione. Notiamo che il punteggio cresce man mano che cresce l'interesse verso le materie scientifiche.

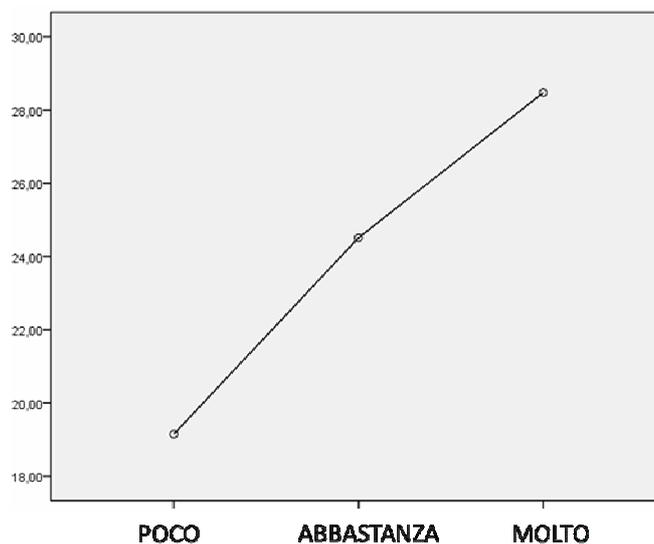


Figura A19. Punteggi degli studenti suddivisi per fasce di interesse verso le materie scientifiche al test simulato di autovalutazione.

Interesse verso una carriera scientifica: come detto in precedenza, il 57% degli studenti del campione mediamente riteneva molto probabile intraprendere una carriera in ambito di scienze e/o ingegneria. I punteggi sono sempre maggiori, e le differenze sempre significative, in tutte le aree del test. A titolo di esempio riportiamo il grafico (Figura A20) dei punteggi medi dei tre gruppi in cui gli studenti erano divisi (poco – abbastanza – molto interes-

sati). Il punteggio degli studenti molto interessanti (28.8) è significativamente maggiore del punteggio degli altri studenti (in media 20.5).

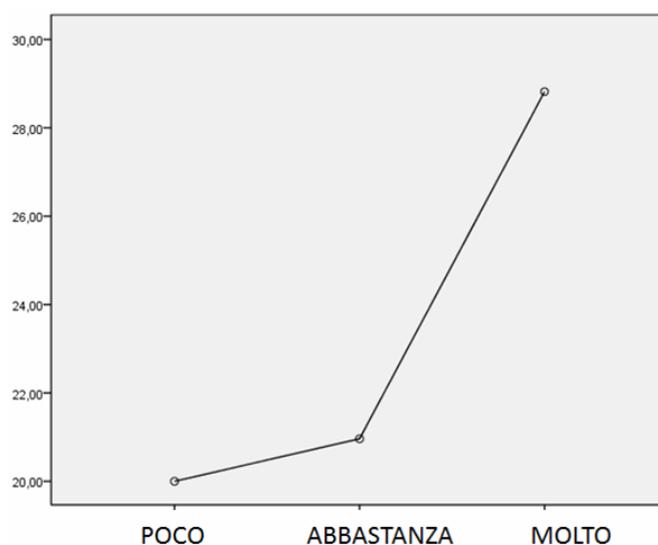


Figura A20. Punteggi degli studenti suddivisi per fasce di interesse verso una carriera in ambito scientifico.

Aree di interesse universitario: gli studenti interessanti alle aree scientifiche, ingegneria e medicina ottengono punteggi non significativamente diversi (24.7, 26.6, 25.7, rispettivamente). Gli studenti interessati ad altre aree ottengono un punteggio significativamente minore (19.9).

Tipo di scuola: gli studenti del campione erano in maggioranza del liceo scientifico (77%). Non stupisce pertanto che tali studenti ottengono un punteggio medio significativamente maggiore rispetto a quello degli studenti degli altri indirizzi (27.2 vs. 18.2). Più interessante è la prestazione degli studenti provenienti da scuole con diverso punteggio Eduscopio. Dai dati (Figura A21) emerge che gli studenti delle scuole di fascia medio-alta hanno ottenuto

un punteggio simile (27) ma significativamente maggiore degli studenti provenienti da scuole con punteggio Eduscopio basso (18).

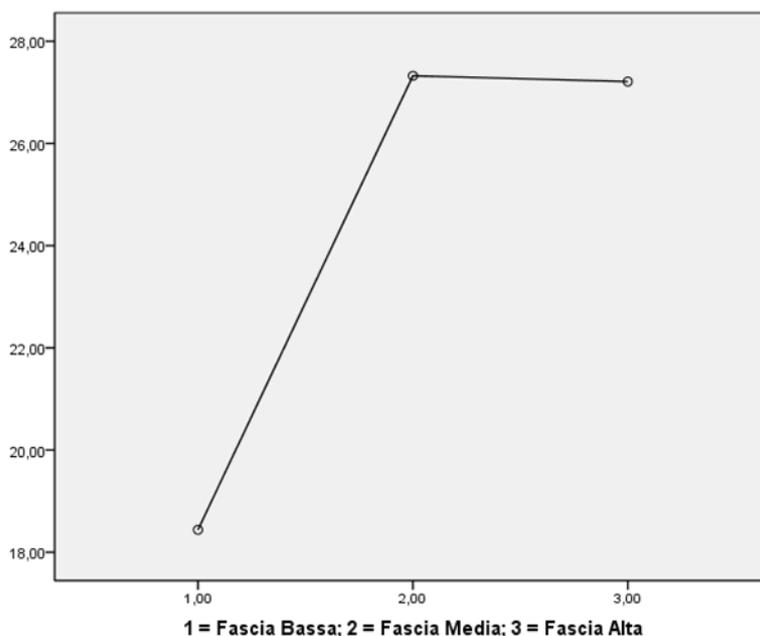


Figura A21. Punteggi degli studenti suddivisi per fasce di scuole secondo la graduatoria di Eduscopio.

Difficoltà degli item

La mappa di Wright del test è riportata in Figura A22. A sinistra dell'asse verticale dei punteggi è riportata la distribuzione degli studenti, con punteggio espresso in logit. A destra è riportata la distribuzione dei 100 item del questionario. Il valor medio della difficoltà degli item è posto per convenzione pari a 0 logit. Valori positivi in logit sulla scala delle abilità indicano che lo studente con tali valori di abilità è stato più abile della difficoltà media degli item, e quindi ha avuto una probabilità maggiore del 50% di rispondere correttamente al questionario. L'abilità media è -0.83 logit, quindi mediamente il questionario è stato difficile per gli studenti del campione. In particolare, le

Appendice A2

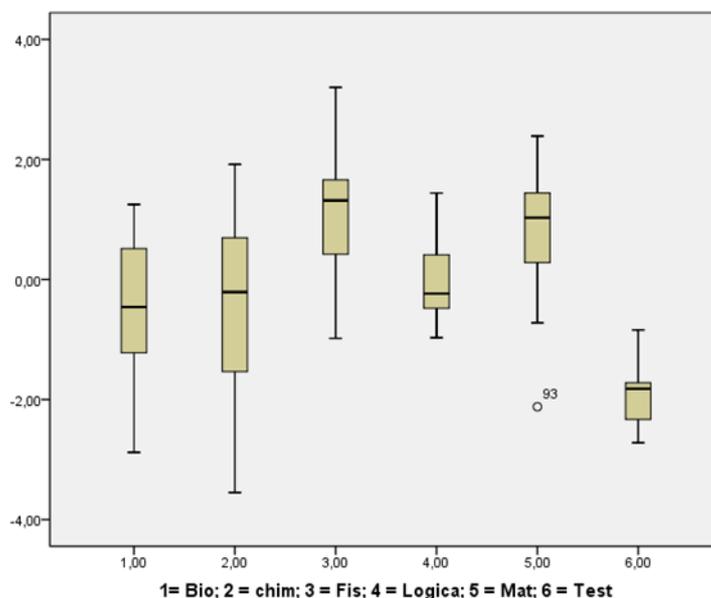


Figura A23. Difficoltà medie delle domande nelle aree del test simulato di autovalutazione.

Per concludere, riportiamo a titolo di esempio le domande più difficili del test (come detto, per la maggior parte di fisica) con le percentuali di risposta delle singole alternative.

82. Una certa quantità di gas ideale a 20°C , subisce una trasformazione in cui raddoppiano il volume e la pressione mentre dimezza la quantità di gas. La temperatura finale è

- A. 433°C 3%
- B. Non determinata 12%
- C. 2071°C 2%
- D. 160°C 10%
- E. 20°C 17%
- ND = 56%

72. Un oggetto è posto dinanzi ad una lente, che ne produce un'immagine su uno schermo. Se la metà destra della lente viene coperta quale delle seguenti affermazioni è corretta?

- A. la metà destra dell'immagine scompare 22%
- B. la metà sinistra dell'immagine scompare 30%
- C. l'immagine è sfocata 5%
- D. l'immagine è meno luminosa 4%
- E. Occorre sapere il tipo di lente 10%
- 29%

Appendice A2

64. L'insieme dei punti (x, y) del piano cartesiano tali che $(x - 2y)^2 = 7$ è costituito da...

- A. Una parabola 15% B. Una circonferenza 25% C. Due rette incidenti 6%
 D. Due rette parallele 4% E. Un'iperbole 20%
 ND = 29%

77. Quale fase vede un abitante del Canada quando in Italia tu vedi la Luna nella fase di primo quarto?

- A. La stessa perché siamo nello stesso giorno 5%
 B. Diversa perché l'illuminazione del Sole cambia a seconda di dove siamo sulla superficie terrestre 15%
 C. La stessa perché siamo nello stesso emisfero 14%
 D. Diversa perché la parte della faccia illuminata della Luna che vediamo cambia a seconda di dove siamo sulla superficie terrestre 16%
 E. La stessa perché la Luna ruota su se stessa all'incirca nello stesso periodo di tempo che impiega per ruotare intorno alla Terra 14%
 36%

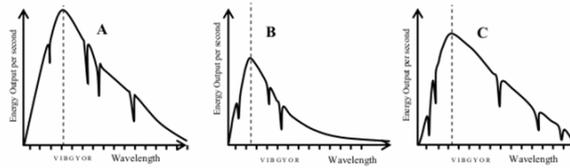
83. Un corpo si muove di moto circolare uniforme. Quale delle seguenti affermazioni è vera?

- A. La velocità e l'accelerazione sono entrambe variabili 5%
 B. La velocità è costante e l'accelerazione è nulla 37%
 C. La velocità è variabile e l'accelerazione è costante 9%
 D. La velocità è costante e l'accelerazione è variabile 12%
 E. La velocità e l'accelerazione sono entrambi costanti 13%
 24%

34. La teoria VSEPR può essere utilizzata per prevedere la geometria e la polarità di una molecola. Quale dei seguenti composti ha un momento di dipolo diverso da zero?

- A. CCl_4 9% B. PF_5 7% C. SF_6 6% D. NF_3 7% E. BF_2 10%
 ND = 62%

78. Le tre curve spettrali mostrate nei grafici seguenti mostrano l'energia emessa in funzione della lunghezza d'onda di tre oggetti di natura ignota A, B e C. Quale di questi oggetti ha la temperatura più alta?



- A. A. 26%
 B. B. 7%
 C. C. 4%
 D. I tre oggetti hanno la stessa temperatura. 3%
 E. La temperatura relativa degli oggetti non può essere determinata sulla base delle informazioni fornite. 18%
 42%

76. La principale ragione per cui l'estate si alterna all'inverno è:

- A. è variata la distanza della Terra dal Sole nel corso dell'anno e, quindi, è variata l'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre 19%
 B. è variata l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'orbita nel corso dell'anno e, quindi, è variata l'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre 31%
 C. è variata la direzione dell'asse terrestre nello spazio nel corso dell'anno e, quindi, è variata l'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre 4%
 D. è variata la posizione della Terra sull'orbita nel corso dell'anno e, quindi, è variata l'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre 20%
 E. Il Sole produce più energia in estate che in inverno 2%
 24%

A3. Report sullo stato degli studenti immatricolati in Fisica ai primi tre anni del CDS in fisica.

In queste note si riportano i dettagli dell'indagine condotta negli a.a. 2014-15 e 2015-16 sulla motivazione ad iscriversi a fisica e sullo stato degli immatricolati al corso di laurea in fisica triennale. L'indagine è stata promossa dal Gruppo del Riesame del Corso di Studi in Fisica.

Indagine sulla motivazione ad iscriversi a fisica - dati generali del campione

L'indagine ha coinvolto circa 250 studenti dei primi tre anni. Il campione era così costituito: 87 studenti primo anno 2014-15; 138 studenti primo anno 2015-16; 30 studenti terzo anno 2014-15. Il 30% circa era di sesso femminile. Il 73% proveniva dal liceo scientifico, il 15.5% dal liceo classico, l'11.5 da altri licei e istituti tecnici. Il 23% aveva seguito attività di orientamento nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche Fisica (laboratori e masterclass in fisica delle particelle), il 7% attività di orientamento rivolte ad altre discipline scientifiche. Il 63% proveniva da istituti in qualche modo coinvolti nel PLS. Il 31% proveniva da scuole di Napoli città.

Il questionario motivazione

Il questionario, sviluppato nell'ambito del progetto europeo HOPE (Horizons in Physics Education) era costituito da 20 affermazioni con scala Likert da 1 a 5 e 7 domande aperte. Erano raccolte inoltre informazioni sulla scuola di provenienza e sulle eventuali attività di orientamento seguite nel corso degli studi secondari. Si discuteranno qui inizialmente i risultati dell'analisi delle 20 affermazioni con scala Likert. Ad ogni studente era chiesto di esprimere il proprio accordo sulle seguenti affermazioni riguardanti i fattori che potevano averlo orientato verso la scelta di fisica come corso universitario. Le affermazioni erano distribuite su 8 fattori, ottenuti da una precedente analisi su un campione molto più largo che comprendeva studenti di tutta Europa (HOPE project):

Appendice A3

- 1) Visite:
 - visite presso musei o mostre specifiche;
 - visite presso laboratori scientifici, per es. università, CERN;
 - visite da parte di docenti o studenti universitari nella tua scuola.
- 2) TV e internet:
 - vedere documentari TV su argomenti di fisica;
 - leggere libri o riviste;
 - qualcosa visto in internet, per es. siti web, YouTube, ...
- 3) Interesse personale:
 - desiderio di acquisire una comprensione profonda dell'universo;
 - desiderio di capire il mondo intorno a te;
 - voler capire come funzionano le cose.
- 4) Ricerca:
 - desiderio di imparare fisica avanzata (es. meccanica quantistica);
 - fare e/o usare dispositivi legati alla fisica, es. un telescopio;
 - desiderio di diventare un ricercatore in fisica.
- 5) Scuola - famiglia:
 - incoraggiamento da parte di amici/compagni di classe;
 - un insegnante di fisica a scuola;
 - fisica è stata la materia nella quale andavo meglio a scuola;
 - incoraggiamento da parte di genitori o familiari.
- 6) Lavoro:
 - desiderio di migliorare le prospettive di lavoro;
 - desiderio di avere un lavoro interessante;
- 7) Scienziato in famiglia:
 - essere ispirato da uno scienziato della tua famiglia.
- 8) Insegnamento:
 - desiderio di diventare un insegnante di fisica.

Il questionario completo è riportato in calce a questo documento.

Principali risultati del questionario motivazione

L'affidabilità del questionario è buona (alfa di Cronbach = 0.76).

Circa l'85% degli studenti si dichiara almeno abbastanza soddisfatto della scelta effettuata. Tra questi, il 46% si dichiara molto soddisfatto. Solo l'11% si dichiara per niente soddisfatto della scelta. Nelle Figure A24-A31 riportiamo per ognuna delle categorie le distribuzioni delle risposte degli studenti.

Il fattore "visite" non sembra rilevante nella scelta del corso di laurea in fisica. La media è 2.48 (su 5). Solo per il 6% degli studenti questo è un fattore molto rilevante. La distribuzione presenta un picco su 1, che indica che tale fattore non è stato per nulla rilevante per circa il 20% degli studenti. Il fattore "TV e internet" sembra invece abbastanza rilevante nella scelta del corso di laurea. La media è 3.25 (su 5), e la differenza con il fattore Visite è statisticamente significativa ($t(255) = 10.612, p < 10^{-4}$). In particolare, circa il 18% degli studenti lo ritiene molto rilevante nella propria scelta.

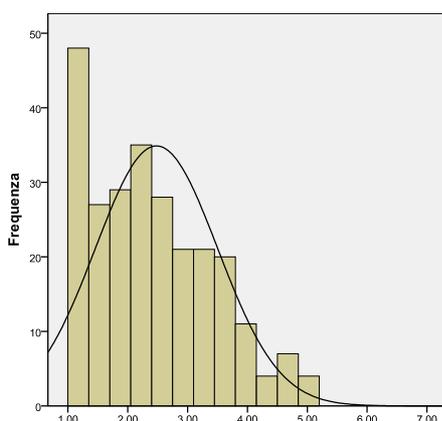


Figura A24. Distribuzione dei punteggi nel fattore Visite.

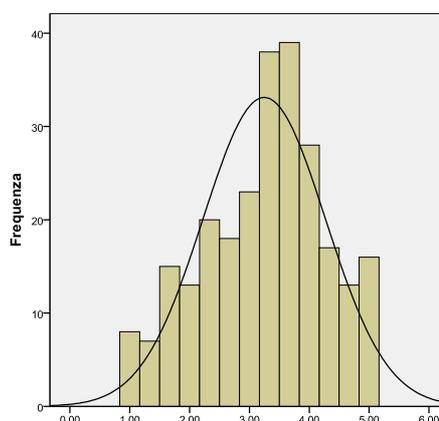


Figura A25. Distribuzione dei punteggi nel fattore TV Internet.

Il fattore "interesse personale", cioè il desiderio di conoscere il mondo attraverso la fisica, è il più rilevante dei fattori per la scelta di fisica come corso di laurea. La media è 4.61 (su 5) ed infatti il fattore è molto rilevante per circa l'82% degli studenti. La media è significativamente maggiore di quella degli

altri fattori ($t(255) > 8.553, p < 10^{-4}$). Il fattore “ricerca”, cioè il desiderio di diventare ricercatore in fisica, è il secondo più rilevante dei fattori per la scelta di fisica come corso di laurea. La media è 4.18 (su 5) ed il fattore è molto rilevante per circa il 60% degli studenti. Anche per questo fattore, la media è significativamente maggiore di quella degli altri fattori, tranne che per “interesse” ($t(255) > 8.068, p < 10^{-4}$).

Il fattore “amici - scuola - famiglia” non sembra rilevante per la scelta del corso di laurea in fisica. La media è 2.43, molto simile a quella del fattore “visite” ed è significativamente più bassa rispetto agli altri fattori. In particolare, questo fattore sembra molto rilevante solo per il 4% degli studenti. Il fattore “lavoro” è il terzo fattore più rilevante per gli studenti. La media è 3.70, valore che è significativamente più basso rispetto ai fattori “ricerca” ed “interesse”, ma significativamente maggiore della media del fattore “TV-internet” ($t = 5.871, p < 10^{-4}$). Il fattore è inoltre molto rilevante per circa il 33%.

Infine, dai risultati emerge che gli ultimi due fattori, “Scienziato in famiglia” e “Insegnamento” sono tra i meno influenti per la scelta di fisica. In particolare la media per il primo fattore è 1.59 (su 5), più bassa di tutti gli altri, mentre per il secondo è 2.64, confrontabile con quella del fattore “visite” e statisticamente maggiore rispetto a quella di “amici scuola famiglia”, anche se in lieve misura ($t(255) = 2.177, p = 0.03$).

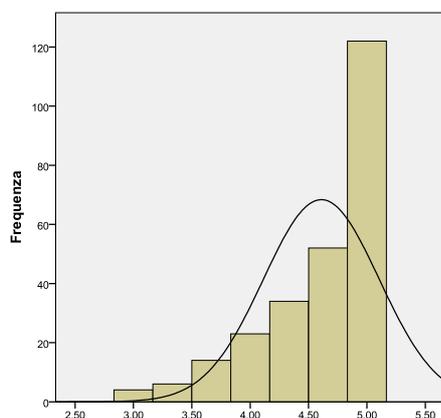


Figura A26. Distribuzione dei punteggi nel fattore Interesse Personale.

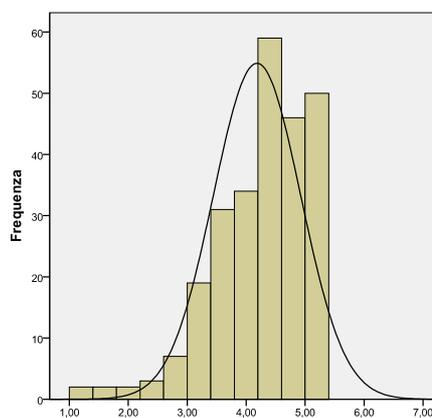


Figura A27. Distribuzione dei punteggi nel fattore Ricerca.

Appendice A3

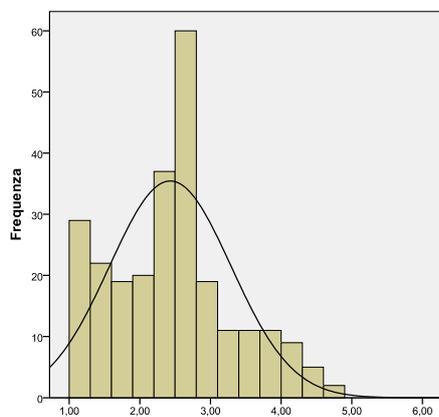


Figura A28. Distribuzione dei punteggi nel fattore Scuola Famiglia.

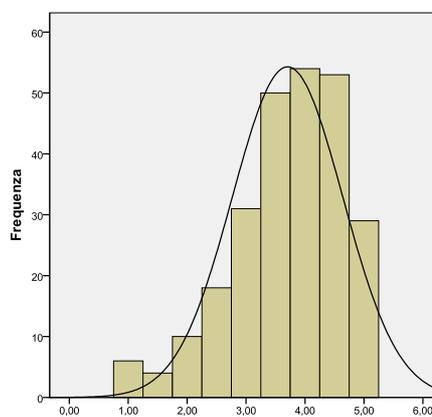


Figura A29. Distribuzione dei punteggi nel fattore Lavoro.

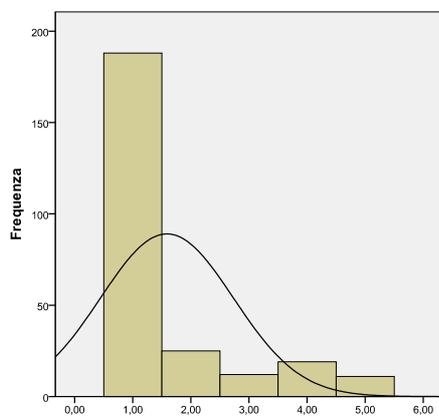


Figura A30. Distribuzione dei punteggi nel fattore Scenziato in famiglia.

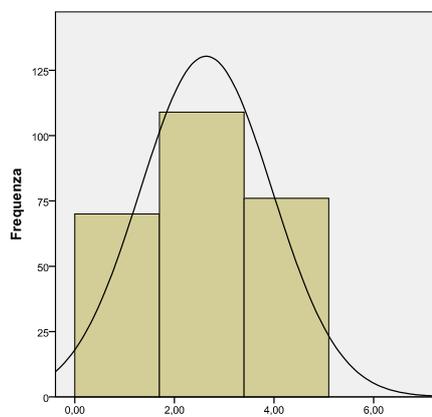


Figura A31. Distribuzione dei punteggi nel fattore Insegnamento.

Si è quindi proceduto alla fattorizzazione dei fattori iniziali al fine di individuare “tipi” di studenti iscritti a fisica. I risultati mostrano che i fattori “Vi-

site”, “Amici scuola famiglia” e “Scienziato in famiglia” si possono unire insieme in un unico fattore, così come i fattori “TV internet”, “interesse”, “ricerca” e “lavoro”. Il fattore “insegnamento” non è clusterizzabile insieme ad alcun altro fattore e per tale motivo sarà escluso della discussione successiva. I due cluster emergenti possono essere così interpretati: il primo come “fattori legati al contesto”, il secondo come “fattori legati ad interessi personali”. La correlazione tra i due cluster è comunque significativa (0.3). Il grafico in Figura A32 mostra la distribuzione del campione nei due cluster.

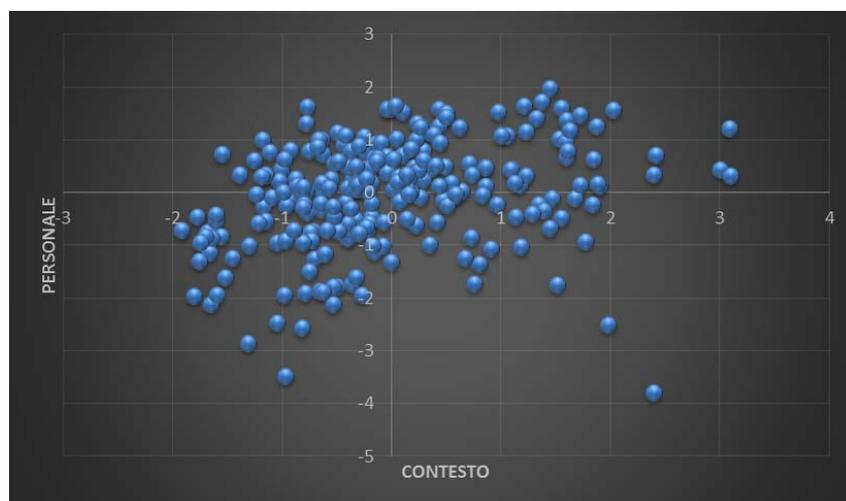


Figura A32. Distribuzione degli studenti nei cluster emergenti dall'analisi dei questionari motivazione.

Gli studenti del primo quadrante hanno plausibilmente scelto fisica sia per motivazioni personali che per sollecitazioni legate al contesto in cui hanno studiato. Quelli del secondo quadrante hanno motivazioni più legate alla sfera personale. Quelli del terzo quadrante non sono stati motivati significativamente né da desideri personali né dal contesto in cui hanno studiato. Quelli del quarto quadrante sono studenti che hanno risentito soprattutto degli stimoli del contesto esterno.

L'analisi della distribuzione degli studenti nei due cluster in funzione delle variabili demografiche è riportata di seguito (Figure A33-A35).

1) Studenti maschi e femmine sono bene distribuiti nei quattro quadranti. Non sembrano quindi emergere questioni legate al genere per quel che riguarda gli interessi personali e le sollecitazioni esterne ($\chi^2 = 6.893$, $df = 3$, $p = 0.075$).

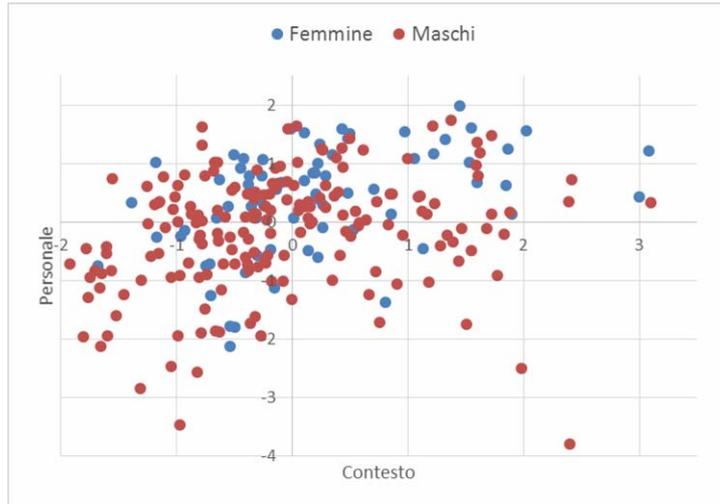


Figura A33. Distribuzione degli studenti secondo il genere nei cluster emergenti dall'analisi dei questionari motivazione.

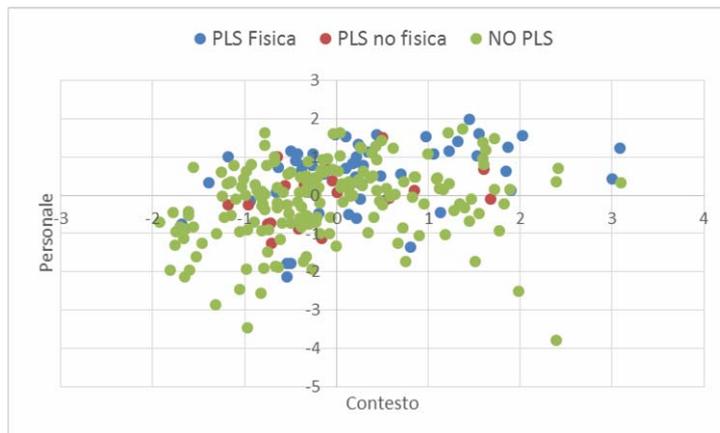


Figura A34. Distribuzione degli studenti secondo le attività PLS nei cluster emergenti dall'analisi dei questionari motivazione.

2) Gli studenti che hanno seguito attività PLS di fisica sono per il 40% situati nel primo quadrante, mentre quelli che non hanno seguito alcun PLS sono distribuiti in tutti i quadranti. Tuttavia, le distribuzioni non sono significativamente differenti ($\chi^2 = 6.893$, $df = 3$, $p = 0.075$)

3) Infine, sembra emergere che gli studenti molto soddisfatti della scelta si distribuiscano soprattutto nel primo e secondo quadrante (67%), e meno frequentemente nel quarto (10%). Gli studenti abbastanza soddisfatti invece si distribuiscono in tutti e quattro i quadranti. Tuttavia, le distribuzioni non sono significativamente differenti ($\chi^2 = 7.453$, $df = 2$, $p = 0.060$)

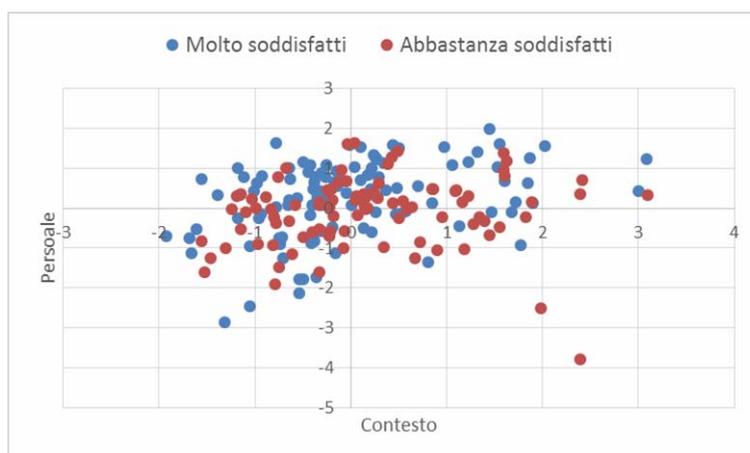


Figura A35. Distribuzione degli studenti secondo la soddisfazione per l'iscrizione a fisica nei cluster emergenti dall'analisi dei questionari motivazione.

Indagine sullo stato degli immatricolati a fisica - dati generali del campione

Questa indagine ha coinvolto 106 studenti del primo anno 2015-16 e 73 studenti del secondo anno 2014-15. Il 28% degli studenti del primo anno era di sesso femminile, mentre per il secondo anno la percentuale era del 34%. Sia per il primo che il secondo anno, circa l'80% degli studenti proveniva dal liceo scientifico. In media, il 30% circa aveva seguito attività di orientamento nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche.

Il questionario sullo stato degli immatricolati

Descriviamo di seguito le due versioni del questionario. In tutte e due le versioni, il questionario era suddiviso in diverse sezioni. Nella prima sezione era chiesto il numero di esami sostenuti e l'anno di scuola secondaria in cui si era deciso di iscriversi a fisica. Quindi veniva chiesto il grado di accordo rispetto a 10 affermazioni sulle motivazioni all'iscrizione a fisica. L'obiettivo era confermare i risultati del questionario motivazione. Seguivano quindi 8 affermazioni sul grado di soddisfazione della scelta di fisica. Tali affermazioni contribuivano alla definizione del costrutto "propensione all'abbandono". Seguivano quindi 23 affermazioni sulle difficoltà incontrate fino a quel momento e che potevano riguardare difficoltà inattese (1 affermazione), i tipi di corsi (3 affermazioni), le metodologie di studio ed insegnamento universitarie (8 affermazioni) e le possibili difficoltà future (11 affermazioni). Infine, erano richieste informazioni sul tipo di scuola secondaria di provenienza e sulle attività di orientamento.

Risultati del questionario sullo stato degli immatricolati in fisica

Definiamo il costrutto "propensione all'abbandono" come $\sim A + \sim B + C$, dove:

A = soddisfazione scelta + convinzione scelta + \sim considerazione cambio.

B = benessere (compagni + coinvolgimento educativo + contenuti interessanti + aspettative rispettate + coinvolgimento culturale).

C = difficoltà incontrate maggiori di quelle previste.

La distribuzione dei valori di questo costrutto è riportato in Figura A36. Solo il 10% degli studenti sia per il primo che per il secondo anno mostrano una propensione alta all'abbandono. Come previsto, la percentuale degli studenti con propensione "media" all'abbandono è maggiore tra gli studenti del secondo anno (66%) che tra gli studenti del primo anno (44%). Tuttavia, la distribuzione dei valori del costrutto nei due anni non è significativamente diversa.

Appendice A3

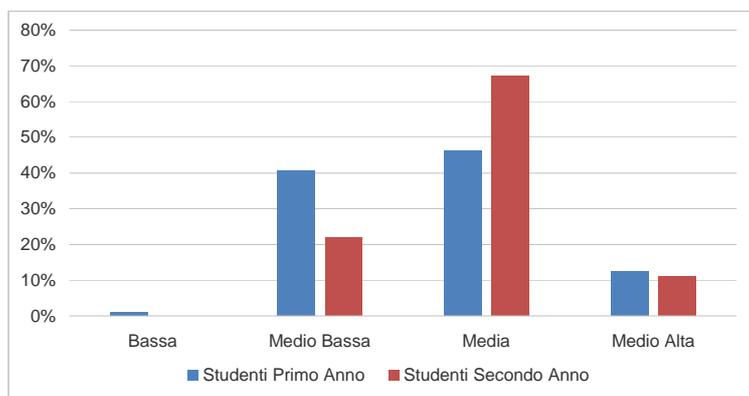


Figura A36. Distribuzione degli studenti di fisica secondo la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica.

Abbiamo quindi studiato quali tra le variabili che definiscono il costrutto “propensione all'abbandono” pesano maggiormente. Per entrambe le coorti di studenti, la propensione all'abbandono è influenzata negativamente soprattutto dal benessere e dalla percezione di soddisfazione della propria scelta. Minore influenza sembrano avere le difficoltà incontrate. Pertanto, possiamo concludere che non sono le difficoltà incontrate a scoraggiare gli studenti quanto la percezione che essi hanno della scelta fatta ed il benessere personale e culturale incontrato durante il loro percorso. I grafici nelle figure A37-A42 mostrano le correlazioni trovate.

Primo Anno

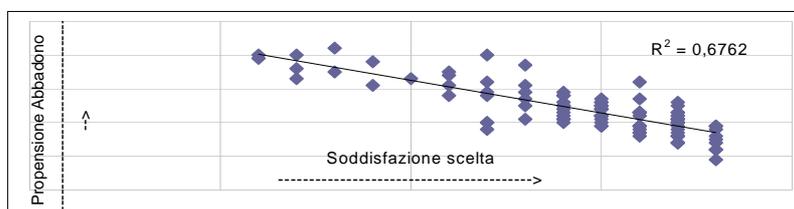


Figura A37. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica e la soddisfazione della scelta di iscriversi a fisica (studenti I anno).

Appendice A3

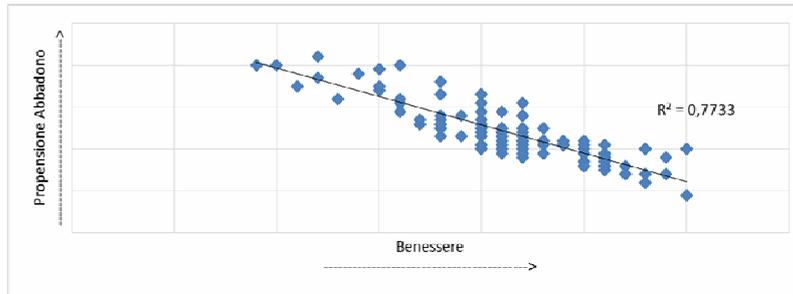


Figura A38. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica ed il benessere percepito nel corso di studi (studenti I anno).

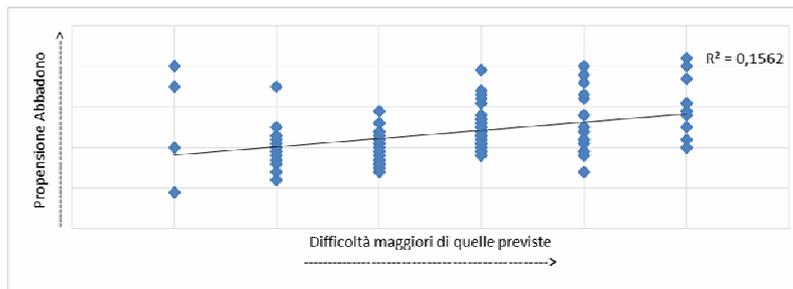


Figura A39. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica e la percezione di difficoltà incontrate maggiori di quelle previste (studenti I anno).

Secondo Anno

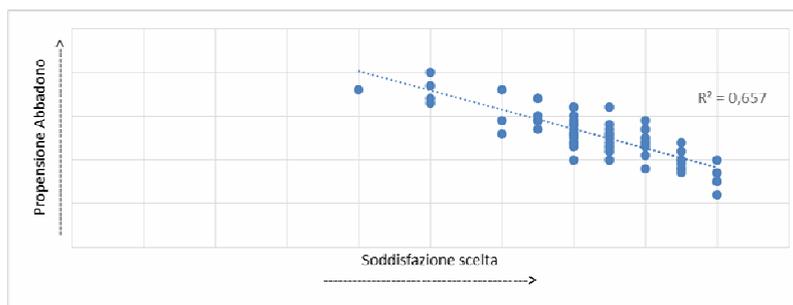


Figura A40. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica e la soddisfazione della scelta di iscriversi a fisica (studenti II anno).

Appendice A3

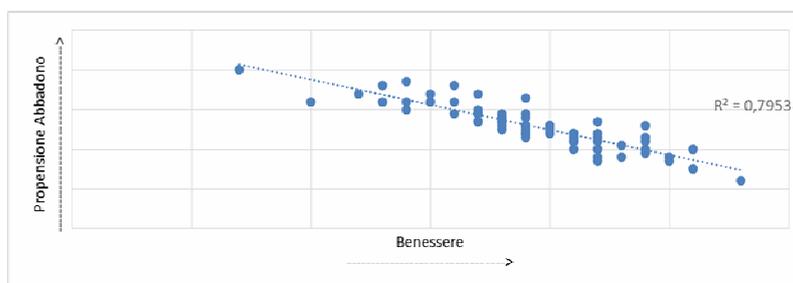


Figura A41. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica ed il benessere percepito nel corso di studi (studenti II anno).

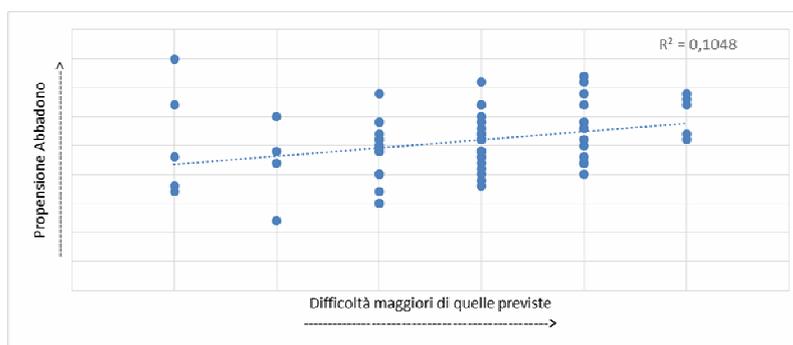


Figura A42. Correlazione tra la propensione all'abbandono del corso di studi in fisica e la percezione di difficoltà incontrate maggiori di quelle previste (studenti II anno).

Si è cercata quindi la correlazione tra la propensione all'abbandono e le attività di orientamento seguite durante la scuola secondaria. Dal primo grafico (Figura A43) notiamo che il campione era abbastanza omogeneo: circa il 67% in media degli studenti del primo e secondo anno aveva seguito attività di orientamento. Dal secondo (Figura A44) notiamo che non vi sono differenze significative nella propensione all'abbandono dovute a tali attività.

Appendice A3

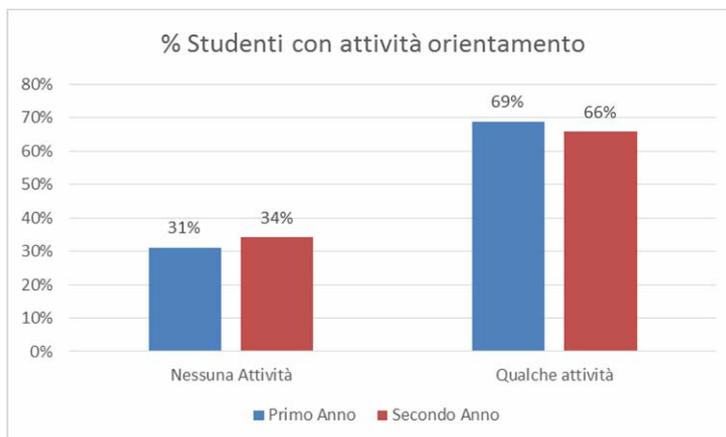


Figura A43. Distribuzione degli studenti di fisica del primo e secondo anno secondo le attività di orientamento seguite.

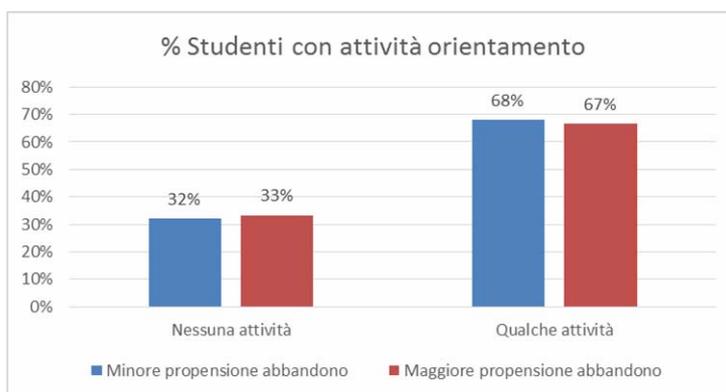


Figura A44: Distribuzione degli studenti di fisica con maggiore o minore propensione all'abbandono secondo le attività di orientamento seguite.

Anche per quel che riguarda il genere, non notiamo differenze significative nella propensione all'abbandono (Figura A45). Tra gli studenti con maggiore propensione all'abbandono, ad esempio, il 65% era maschi, il 35% femmine.

Appendice A3

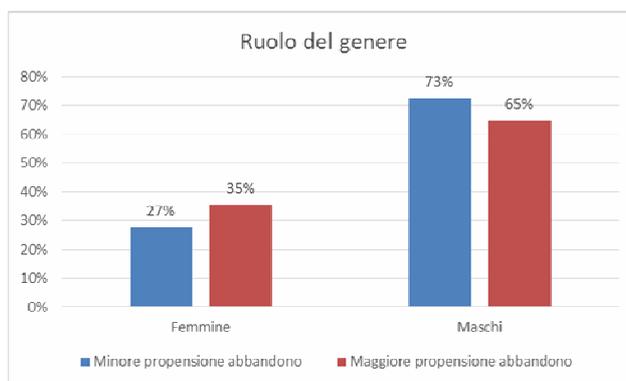


Figura A45. Distribuzione degli studenti di fisica con maggiore o minore propensione all'abbandono secondo il genere.

Sebbene si sia visto che la propensione all'abbandono non dipenda dalle difficoltà incontrate, si è analizzato in quali esami gli studenti incontrano maggiori difficoltà (Figure A46-47). In entrambi i casi gli esami di matematica sono percepiti come maggiormente difficili, mentre quelli di laboratorio come più facili. La percentuale di studenti che considerano difficili gli esami di laboratorio cresce dal 15 al 23 nel passare dal primo al secondo anno. Per quel che riguarda le ragioni di tali difficoltà, nel primo anno, gli studenti pongono sullo stesso piano i prerequisiti e la diversità nelle metodologie di insegnamento/apprendimento tra la scuola secondaria e l'università, mentre tra il primo ed il secondo anno, la percentuale di studenti che indica come difficoltà i metodi di insegnamento e le valutazioni dei docenti cresce dall'8 al 30%.

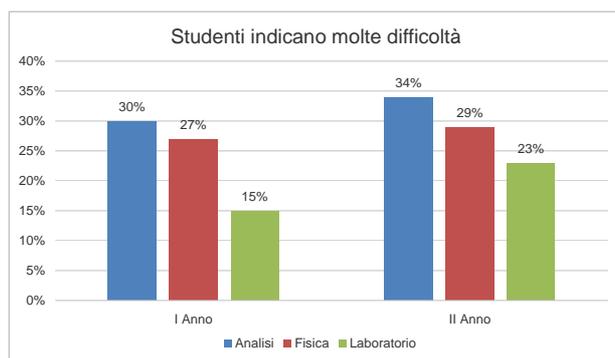


Figura A46. Esami di profitto in cui gli studenti di fisica trovano maggiori difficoltà.

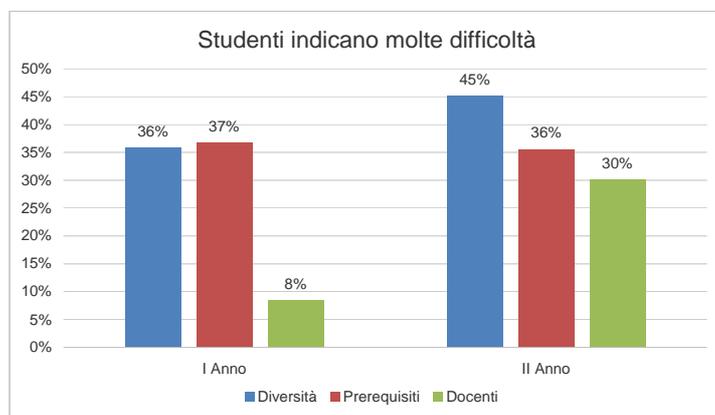


Figura A47. Principali ragioni per cui gli studenti di fisica trovano difficoltà negli esami di profitto.

Questionario sui fattori che hanno ispirato gli studenti di fisica a studiare fisica⁵.

Ti preghiamo di fornire un punteggio da **1 (per niente importante)** a **5 (molto importante)** per ciascuno dei seguenti fattori che possono averti orientato allo studio della fisica. Per cortesia, segna con un cerchietto il numero più appropriato per la tua risposta.

Desiderio di acquisire una comprensione profonda dell'universo	1	2	3	4	5	6
Desiderio di migliorare le prospettive di lavoro	1	2	3	4	5	6
Incoraggiamento da parte di amici/compagni di classe	1	2	3	4	5	6
Un insegnante di fisica a scuola	1	2	3	4	5	6
Vedere documentari TV su argomenti di fisica	1	2	3	4	5	6
Leggere libri o riviste	1	2	3	4	5	6

⁵ Sviluppato nell'ambito del progetto europeo Hope

Appendice A3

Essere ispirato da uno scienziato della tua famiglia	1	2	3	4	5	6
Desiderio di capire il mondo intorno a te	1	2	3	4	5	6
Visite presso musei o mostre specifiche	1	2	3	4	5	6
Visite presso laboratori scientifici, per es. università, CERN	1	2	3	4	5	6
Visite da parte di docenti o studenti universitari nella tua scuola	1	2	3	4	5	6
Qualcosa visto in internet, per es. siti web, YouTube	1	2	3	4	5	6
Voler capire come funzionano le cose	1	2	3	4	5	6
Desiderio di imparare fisica avanzata (es. meccanica quantistica)	1	2	3	4	5	6
Fare e/o usare dispositivi legati alla fisica, es. un telescopio	1	2	3	4	5	6
Desiderio di avere un lavoro interessante	1	2	3	4	5	6
Desiderio di diventare un ricercatore in fisica	1	2	3	4	5	6
Desiderio di diventare un insegnante di fisica	1	2	3	4	5	6
Fisica è stata la materia nella quale andavo meglio a scuola	1	2	3	4	5	6
Incoraggiamento da parte di genitori o familiari	1	2	3	4	5	6

Per favore, indica qualche altro motivo (fattore) importante

A quale età hai iniziato ad appassionarti alla fisica?

A quale età hai realmente deciso di iscriverti al corso di laurea in fisica?

Quali altri corsi di laurea hai eventualmente preso in considerazione?

Specifica qualsiasi circostanza o ragione particolarmente importante che ti ha portato a scegliere di studiare fisica _____

Sei **maschio** o **femmina**? *Segnare con un cerchietto* X **maschio** X **femmina**.

Che tipo di scuola secondaria hai frequentato? _____

Indagine stato studenti dopo primo semestre CdS Fisica

Numero di esami sostenuti ad oggi:

Hai deciso di iscriverti a fisica quando eri al: 1° 2° 3° 4° 5° anno delle superiori

Quale dei seguenti fattori meglio descrive la ragione per la quale di sei iscritto a fisica. Dai un valore da **1 (per nulla importante) a 6 (molto importante)**:

Desiderio di acquisire comprensione profonda del mondo intorno e dell'universo	1	2	3	4	5	6
Desiderio di acquisire pensiero critico, apertura mentale, creatività	1	2	3	4	5	6
Desiderio di imparare fisica e matematica avanzata	1	2	3	4	5	6
Desiderio di fare esperimenti e lavoro di laboratorio	1	2	3	4	5	6
Desiderio di diventare un ricercatore in fisica	1	2	3	4	5	6
Desiderio di avere un lavoro interessante e migliorare le prospettive di lavoro	1	2	3	4	5	6
Interesse nel costruire o usare dispositivi tecnologici legati alla fisica	1	2	3	4	5	6
Interesse negli aspetti filosofici della fisica	1	2	3	4	5	6
Interesse per le ricadute della fisica sulla società	1	2	3	4	5	6
Interesse per le ricadute della fisica sulla vita di tutti i giorni	1	2	3	4	5	6
Da 1 (molto basso) a 6 (molto alto) qual è il tuo livello di soddisfazione rispetto a questi primi mesi di studi universitari in fisica?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (per niente) a 6 (molto) sei ancora convinto della tua decisione di studiare fisica?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (assolutamente no) a 6 (assolutamente sì) stai considerando di iscriverti ad altri corsi di laurea? Nel caso quale?	1	2	3	4	5	6

Appendice A3

Da **1 (completamente insoddisfacente)** a **6 (completamente soddisfacente)** come giudichi la relazione con i tuoi compagni di studio?

1 2 3 4 5 6

Da **1 (per nulla)** a **6 (molto)**, quanto ti coinvolge l'ambiente di apprendimento di fisica (docente, modi di insegnare, lezioni)?

1 2 3 4 5 6

Da **1 (completamente insoddisfacente)** a **6 (completamente soddisfacente)** come giudichi i contenuti dei corsi dei primi mesi

1 2 3 4 5 6

Da **1 (per niente)** a **6 (molto)** quanto i corsi rispettano hanno rispettato le tue aspettative?

1 2 3 4 5 6

Da **1 (completamente insoddisfacente)** a **6 (completamente soddisfacente)** come giudichi il corso di Fisica per quel che riguarda seminari, conferenze e divulgazione della fisica?

1 2 3 4 5 6

In generale, da **1 (no per niente)** a **6 (sì molte)** stai incontrando più difficoltà di quelle previste?

1 2 3 4 5 6

In quali dei seguenti aspetti del corso di Fisica hai incontrato le maggiori difficoltà in questi primi mesi? Dai un valore da **1 (poche)** a **6 (molte)**

Corsi di matematica 1 2 3 4 5 6

Corsi di fisica 1 2 3 4 5 6

Corsi di laboratorio 1 2 3 4 5 6

A cosa sono dovute le difficoltà che eventualmente hai incontrato in questi primi mesi? Dai un valore da **1 (poco)** a **6 (molto)**

Metodi diversi rispetto a quelli della scuola superiore 1 2 3 4 5 6

Susseguirsi veloce dei corsi 1 2 3 4 5 6

Eccessivo peso dello studio 1 2 3 4 5 6

Conoscenze pregresse insufficienti 1 2 3 4 5 6

Connessione tra i corsi 1 2 3 4 5 6

Metodi didattici adottati dai docenti 1 2 3 4 5 6

Chiarezza dei docenti 1 2 3 4 5 6

Metodi valutativi adottati dai docenti 1 2 3 4 5 6

Appendice A3

Da **1 (per nulla importante)** a **6 (molto importante)**, come giudichi il ruolo di supporto delle attività di tutoraggio per superare le difficoltà che eventualmente hai incontrato in questi primi mesi:

Tutoraggio	1	2	3	4	5	6
------------	---	---	---	---	---	---

In quali dei seguenti aspetti del corso di Fisica pensi incontrerai ancora difficoltà in futuro? Dai un valore da **1 (poco)** a **6 (molto)**

Corsi di matematica	1	2	3	4	5	6
Corsi di fisica	1	2	3	4	5	6
Corsi di laboratorio	1	2	3	4	5	6

A cosa sono dovute le difficoltà che pensi incontrerai in futuro? Dai un valore da **1 (poco)** a **6 (molto)**

Metodi diversi rispetto a quelli della scuola superiore/primo anno	1	2	3	4	5	6
Susseguirsi veloce dei corsi	1	2	3	4	5	6
Eccessivo peso dello studio	1	2	3	4	5	6
Conoscenze pregresse insufficienti	1	2	3	4	5	6
Connessione tra i corsi	1	2	3	4	5	6
Metodi didattici adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6
Chiarezza dei docenti	1	2	3	4	5	6
Metodi valutativi adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6

Da **1 (per niente)** a **6 (molto)**, quanto i corsi di Fisica che finora hai seguito secondo te preparano nel diventare:

Ricercatore	1	2	3	4	5	6
Insegnante di scuola	1	2	3	4	5	6
Programmatore informatico	1	2	3	4	5	6
Impiegato nell'industria	1	2	3	4	5	6
Altro _____	1	2	3	4	5	6

Appendice A3

Da 1 (**per niente**) a 6 (**molto**), tu personalmente stai studiando fisica per diventare

Ricercatore	1	2	3	4	5	6
Insegnante di scuola	1	2	3	4	5	6
Programmatore informatico	1	2	3	4	5	6
Impiegato nell'industria	1	2	3	4	5	6
Altro _____	1	2	3	4	5	6

FOGLIO INFORMATIVO

F M

Scuola secondaria frequentata:

Tipo: Liceo Istituto tecnico Istituto Professionale Liceo Linguistico/sociopedagogico Altro _____

Denominazione: _____

Città: _____

Hai frequentato attività legate al Progetto Lauree Scientifiche:

Fisica Matematica Chimica/Scienze Materiali Masterclass Particelle Elementari No

Hai mai frequentato attività divulgative legata alla Fisica nei seguenti luoghi:

Città della Scienza Museo di Fisica Osservatorio Astronomico Scuola Altro _____

**Questionario sullo stato degli studenti del corso di laurea
in Fisica – Versione 2° anno**

Numero di esami sostenuti ad oggi:

Hai deciso di iscriverti a fisica _____ anno delle su-
quando eri al: 1° 2° 3° 4° 5° periori

Appendice A3

Quale dei seguenti fattori meglio descrive la ragione per la quale ti sei iscritto a fisica. Dai un valore da 1 (per nulla importante) a 6 (molto importante)

Desiderio di acquisire comprensione profonda del mondo intorno e dell'universo	1	2	3	4	5	6
Desiderio di acquisire pensiero critico, apertura mentale, creatività	1	2	3	4	5	6
Desiderio di imparare fisica e matematica avanzata	1	2	3	4	5	6
Desiderio di fare esperimenti e lavoro di laboratorio	1	2	3	4	5	6
Desiderio di diventare un ricercatore in fisica	1	2	3	4	5	6
Desiderio di avere un lavoro interessante e migliorare le prospettive di lavoro	1	2	3	4	5	6
Interesse nel costruire o usare dispositivi tecnologici legati alla fisica	1	2	3	4	5	6
Interesse negli aspetti filosofici della fisica	1	2	3	4	5	6
Interesse per le ricadute della fisica sulla società	1	2	3	4	5	6
Interesse per le ricadute della fisica sulla vita di tutti i giorni	1	2	3	4	5	6
Da 1 (molto basso) a 6 (molto alto) qual è il tuo livello di soddisfazione rispetto a questo primo anno di studi universitari in fisica?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (per niente) a 6 (molto) sei ancora convinto della tua decisione di studiare fisica?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (assolutamente no) a 6 (assolutamente sì) stai considerando di iscriverti ad altri corsi di laurea? Nel caso quale: _____	1	2	3	4	5	6
Da 1 (completamente insoddisfacente) a 6 (completamente soddisfacente) come giudichi la relazione con i tuoi compagni di studio?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (per nulla) a 6 (molto), quanto ti coinvolge l'ambiente di apprendimento di fisica (docente, modi di insegnare, lezioni)?	1	2	3	4	5	6
Da 1 (completamente insoddisfacente) a 6 (completamente soddisfacente) come giudichi i contenuti dei corsi del primo anno	1	2	3	4	5	6

Appendice A3

Da 1 (per niente) a 6 (molto) quanto i corsi rispettano hanno rispettato le tue aspettative? 1 2 3 4 5 6

Da 1 (completamente insoddisfacente) a 6 (completamente soddisfacente) come giudichi il corso di Fisica per quel che riguarda seminari, conferenze e divulgazione della fisica? 1 2 3 4 5 6

In generale, da 1 (no per niente) a 6 (sì molte) stai incontrando più difficoltà di quelle previste? 1 2 3 4 5 6

In quali dei seguenti aspetti del corso di Fisica hai incontrato le maggiori difficoltà nel primo anno? Dai un valore da 1 (molte) a 6 (poche)

Corsi di matematica	1	2	3	4	5	6
Corsi di fisica	1	2	3	4	5	6
Corsi di laboratorio	1	2	3	4	5	6

A cosa sono dovute le difficoltà che eventualmente hai incontrato nel primo anno? Dai un valore da 1 (molte) a 6 (poche)

Metodi diversi rispetto a quelli della scuola superiore	1	2	3	4	5	6
Susseguirsi veloce dei corsi	1	2	3	4	5	6
Eccessivo peso dello studio	1	2	3	4	5	6
Conoscenze pregresse insufficienti	1	2	3	4	5	6
Connessione tra i corsi	1	2	3	4	5	6
Metodi didattici adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6
Chiarezza dei docenti	1	2	3	4	5	6
Metodi valutativi adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6

Indica brevemente come hai superato le difficoltà che eventualmente hai incontrato nel primo anno

Appendice A3

In quali dei seguenti aspetti del corso di Fisica stai ancora incontrando difficoltà? Dai un valore da 1 (molte) a 6 (poche)

Corsi di matematica	1	2	3	4	5	6
Corsi di fisica	1	2	3	4	5	6
Corsi di laboratorio	1	2	3	4	5	6

A cosa sono dovute le difficoltà che eventualmente stai ancora incontrando difficoltà? Dai un valore da 1 (molte) a 6 (poche)

Metodi diversi rispetto a quelli della scuola superiore/primo anno	1	2	3	4	5	6
Susseguirsi veloce dei corsi	1	2	3	4	5	6
Eccessivo peso dello studio	1	2	3	4	5	6
Conoscenze pregresse insufficienti	1	2	3	4	5	6
Connessione tra i corsi	1	2	3	4	5	6
Metodi didattici adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6
Chiarezza dei docenti	1	2	3	4	5	6
Metodi valutativi adottati dai docenti	1	2	3	4	5	6

Da 1 (per niente) a 6 (molto), quanto i corsi di Fisica che finora hai seguito secondo te preparano nel diventare:

Ricercatore	1	2	3	4	5	6
Insegnante di scuola	1	2	3	4	5	6
Programmatore informatico	1	2	3	4	5	6
Impiegato nell'industria	1	2	3	4	5	6
Altro _____	1	2	3	4	5	6

Da 1 (per niente) a 6 (molto), tu personalmente stai studiando fisica per diventare:

Ricercatore	1	2	3	4	5	6
Insegnante di scuola	1	2	3	4	5	6
Programmatore informatico	1	2	3	4	5	6
Impiegato nell'industria	1	2	3	4	5	6
Altro _____	1	2	3	4	5	6

FOGLIO INFORMATIVO

F M

Scuola secondaria frequentata:

Tipo: Liceo Istituto tecnico Istituto Professionale Liceo Linguistico/sociopedagogico Altro _____

Denominazione: _____

Città: _____

Hai frequentato attività legate al Progetto Lauree Scientifiche:

Fisica Matematica Chimica/Scienze Materiali Masterclass Particelle Elementari No

Hai mai frequentato attività divulgative legata alla Fisica nei seguenti luoghi:

Città della Scienza Museo di Fisica Osservatorio Astronomico Scuola
 Altro: _____

A4. Sinopsi dei seminari integrati, metodologici e dei laboratori della I Scuola Estiva PLS.

SEMINARI INTEGRATI

Seminario inaugurale: La natura della gravitazione:
le onde gravitazionali (Didattica possibile?).

Prof. Leopoldo Milano

Lunedì 17 luglio 2017

Seminario integrato #1: Percorsi didattici sulla tematica
dei fenomeni astronomici.

Aspetti Astronomici: **E. Puddu**

Aspetti Fisici: **I. Testa**

Aspetti Geologici: **Valentina Galluzzi**

Martedì 18 luglio 2017

Il percorso affronta i meccanismi alla base dei seguenti fenomeni: stagioni, eclissi e fasi. Per le stagioni gli studenti studiano come varia la potenza emessa da un pannello solare (che simula la Terra) quando è illuminato in diverse condizioni (angolo e distanza variabile) in modo da risolvere l'idea innata per cui la variazione di stagione è dovuta alla distanza Terra Sole che cambia. Quindi, per familiarizzare gli studenti sul ruolo dell'ambiente sul clima di una data zona della Terra, si propone la misura del calore specifico della sabbia relativo all'acqua per spiegare qualitativamente le differenze di clima tra zone continentali e zone vicino al mare. Inoltre si illustreranno, con esempi riferiti a ricerche in corso su Mercurio, le metodologie sulla base delle quali è possibile riconoscere fenomeni geologici attivi e fossili su pianeti del Sistema solare e immaginare la dinamica climatica di un pianeta senza atmosfera.

Seminario integrato #2: Percorsi didattici sullo Spettro elettromagnetico.

Aspetti Biologici: **N. Zambrano**

Aspetti Chimici: **F. Ruffo**

Aspetti Fisici: **S. Galano**

Mercoledì 19 luglio 2017

Il percorso è finalizzato a far comprendere come è possibile ottenere informazioni su una sorgente di onde e.m. mediante misure indirette, come quella spettrale. Gli esperimenti proposti consistono nel misurare lo spettro di diverse sorgenti luminose per guidare gli studenti a distinguere il meccanismo di emissione in base allo spettro ottenuto. I contesti che si possono affrontare sono moltissimi: corpo nero, stelle, chimica degli elementi e delle molecole, fino all'*imaging* di strutture subcellulari in cellule ed anatomico-funzionali in interi organismi. L'argomento è programma in IV-V per mat-fis, mentre per le scuole medie può essere trattato in maniera qualitativa per introdurre la luce ed i colori. Per la chimica, lo spettro può essere un modo per indagare le idee degli studenti sui modelli atomici (vedi anche dopo), e può dare informazioni su sistemi più complessi quali le molecole, attraverso le correlazioni tra la struttura della materia e la sua interazione con la luce (vedi IR, UV-vis). Inoltre, le relazioni quantitative che collegano l'intensità dell'interazione con l'ammontare di sostanza (vedi legge di Lambert-Beer) sono essenziali per lo studio delle cinetiche delle reazioni, per determinarne ordini, per valutarne le costanti di equilibrio. Una possibile variante riguarda lo spettro delle onde in generale, e sonore in particolare, con lo studio del suono di un diapason. Per la biologia si può illustrare l'utilizzo della Green Fluorescent Protein (GFP) per lo studio della biologia molecolare della cellula, con particolare riguardo alla localizzazione subcellulare di proteine.

Seminario integrato #3: Percorsi didattici sulla tematica del riscaldamento globale.

Aspetti Biologici: **F. Aliberti C. Arena, A. De Marco, G. Maisto**

Aspetti Fisici: **I. Testa**

Aspetti Geologici: **A. Iannace**

Giovedì 20 luglio 2017

Si discuterà di come fornire agli studenti competenze di argomentazione su un tema controverso, come è appunto il riscaldamento globale. L'idea principale è introdurre il meccanismo di feedback, come nuovo modo di ragionare rispetto alla fisica classica tipico dei sistemi complessi, come il siste-

ma climatico. Il percorso prevede esperimenti atti ad esplorare gli effetti dell'interazione tra radiazione e materia e a simulare una "serra" mediante una scatola utilizzando diverse sorgenti di radiazione e.m. (lampadine diverse). Tra le attività che saranno discusse, si presenterà un semplice esperimento per simulare qualitativamente l'effetto della CO₂ sull'andamento della temperatura nella "serra" mediante reazione aceto - bicarbonato di sodio. Si illustreranno inoltre le tecniche sviluppate dalla Geologia, in particolare negli ultimi anni, per ricostruire la dinamica delle variazioni climatiche a diverse scale temporali e in particolare la scoperta di scenari climatici passati di riscaldamento globale. Per quanto riguarda la biologia si discuterà dell'effetto che il cambiamento climatico, in termini di aumento di temperatura e stress idrico, può produrre su piante che risultano particolarmente vulnerabili a tali perturbazioni; in particolare verranno condotte analisi relative al loro stato di salute monitorato attraverso misure di crescita e di efficienza fotosintetica. Un ulteriore aspetto di interesse biologico riguarda l'influenza del riscaldamento globale sulle problematiche di carenza idrica e di siccità. Nell'ambito di una gestione igienistica della risorsa acqua, si proporrà una panoramica delle più recenti tecnologie per il trattamento delle acque di scarico volte al riutilizzo dei reflui sia per usi non potabili (e.g. irrigazione) sia potabili e delle relative implicazioni economiche, sociali ed ambientali.

Seminario integrato #4: Percorsi didattici sulla tematica dei modelli atomici.

Aspetti Chimici: **A. Merlino**

Aspetti Fisici: **U. Scotti Di Uccio; I. Testa**

Venerdì 21 luglio 2017

Il percorso vuole introdurre gli studenti alla fisica moderna, ponendo l'enfasi su come la meccanica quantistica permetta di spiegare ed interpretare il comportamento della materia, a partire dai modelli atomici. Il percorso prevede di analizzare alcuni dei modelli atomici sviluppati agli inizi del '900 e di stimolare gli studenti a comprendere perché i modelli storici non potevano spiegare evidenze sperimentali, guidandoli a comprendere il modello di Schroedinger che introduce il concetto di funzione d'onda. In questo contesto, la matematica può entrare sia per il forte carattere probabilistico della meccanica quantistica, sia per il ruolo predominante del formalismo matematico nello sviluppo della teoria della meccanica quantistica. Nella chimica, si passerà alla descrizione dei modelli molecolari (da molecole costituite da pochi atomi alle macromolecole biologiche) utilizzando la grafica molecolare.

METODI E STRUMENTI

Metodi e strumenti #1: Natura della Scienza.

Lunedì 17 luglio 2017

La “prospettiva umanistica” dell’insegnamento delle Scienze enfatizza il ruolo della didattica della Natura della Scienza per la formazione degli studenti come futuri cittadini e utilizzatori di prodotti scientifici e tecnologici nella loro vita quotidiana. Un esempio di curriculum ispirato ad una prospettiva umanistica è quello centrato sui legami tra Scienza, Tecnologia e Società (STS) e più recentemente i curricula STSE. Questi curricula sono finalizzati a fornire agli studenti competenze di base per aiutarli a diventare persone in grado di partecipare in maniera informata al processo decisionale delle società post-moderne, in cui la vita è dominata da aspetti scientifici, tecnologici, economici e finanziari. Tali curricula sono finalizzati anche a far acquisire agli studenti competenze scientifiche di base utili per esercitare una responsabile azione politica, in senso di partecipazione attiva, nella società del futuro evitando così di farli diventare consumatori passivi di prodotti della conoscenza. L’insieme di tali competenze va di solito sotto il nome di alfabetizzazione scientifica. Durante l’intervento si discuteranno le principali implicazioni didattiche della Natura della Scienza e dell’alfabetizzazione scientifica.

Metodi e strumenti #2: Il ruolo del laboratorio nella didattica delle scienze.

Martedì 18 luglio 2017

Nella didattica delle scienze sperimentali, il laboratorio assume un ruolo chiave per la comprensione del mondo circostante. Le esperienze di laboratorio aiutano gli studenti a interrogarsi sulle leggi fisiche sottostanti, esplorare le idee teoriche significative, maturando una forte comprensione scientifica. Il laboratorio didattico può accrescere l’interesse degli studenti, la conoscenza delle procedure scientifiche e degli importanti strumenti impiegati durante le esperienze. Storicamente, si è sempre stati concordi a sostenere la validità delle attività di laboratorio finalizzate a dare un senso al mondo naturale, supportando l’idea che la scienza non può essere significativa, senza esperienze pratiche in laboratorio. Durante l’intervento si presenterà una panoramica del ruolo del laboratorio nelle scienze, dagli esordi degli anni ’50 in cui i laboratori sono stati utilizzati quasi esclusivamente per illustrare rela-

zioni precedentemente presentate dal docente o dal libro di testo, fino alla concezione moderna del laboratorio che diventa un luogo per porre interrogativi, sviluppare e testare teorie e asserzioni, e valutare le competenze scientifiche e le abilità di problem solving degli studenti.

Metodi e strumenti #3: Introduzione alla metodologia inquiry.

Mercoledì 19 luglio 2017

Il termine inquiry si riferisce ai diversi modi in cui gli scienziati studiano il mondo naturale, propongono idee, spiegano e giustificano asserzioni basate su evidenze derivate dal lavoro scientifico. In ricerca didattica, con il termine inquiry ci si riferisce usualmente alle attività degli studenti, in cui loro sviluppano la conoscenza e la comprensione delle idee scientifiche, oltre a una comprensione di come gli scienziati studiano il mondo naturale. Durante l'intervento si discuteranno alcune modalità di inquiry che potrebbero fornire una maggiore efficacia e una giustificazione più solida all'uso del laboratorio come parte fondamentale della didattica delle scienze. In particolare si mostrerà come guidare gli studenti a: osservare i fenomeni qualitativamente e interpretare le osservazioni; formalizzare i concetti come risultato di osservazioni; costruire e provare modelli astratti alla luce dell'osservazione e della formazione del concetto; capire come un'apparecchiatura funziona e come potrebbe essere utilizzata; decidere cosa fare con la strumentazione, quante misurazioni fare e come gestire i dati; porre domande del tipo: come faccio a sapere . . . ? perché crediamo che . . . ?; discriminare esplicitamente tra osservazione e interpretazione dei risultati di esperimenti e delle osservazioni.

Metodi e strumenti #4: come costruire un portfolio delle attività di formazione.

Giovedì 20 luglio 2017

Il portfolio è uno strumento di autovalutazione. Essenzialmente è una cartellina, reale o virtuale, in cui inserire: a) appunti sintetici di ciascun incontro didattico completati da eventuali collegamenti fra ciò che è stato comunicato a lezione con le proprie esperienze e conoscenze e da indicazioni di eventuali difficoltà di comprensione e del loro superamento; analoghi appunti sintetici di quanto richiesto come lettura dal libro di testo o altro materiale a stampa; i lavori (questionari, esercizi, problemi...) svolti durante gli incontri o richiesti per lo studio individuale a casa. È importante sottolineare che gli appunti del

punto a) non devono consistere in una sistemazione completa degli appunti presi a lezione ma in una reale sintesi. D'altra parte tale sintesi deve riguardare i contenuti concettuali e non limitarsi ad una esposizione della eventuale reazione emotiva alla lezione. L'uso del portfolio, con lo stimolare una riflessione in tempo reale sui contenuti comunicati in un corso, permette in primo luogo lo sviluppo della capacità di focalizzare l'attenzione sugli elementi più importanti del contenuto da studiare attraverso le abilità di prendere note in maniera opportuna, di porsi domande appropriate, di selezionare e relazionare fra loro gli elementi fondamentali della comunicazione didattica, la costruzione di schemi, mappe o diagrammi. Il processo di riflessione, d'altra parte, rientrando nella categoria della "metacognizione" ovvero della attività intellettuale connessa con la presa di coscienza dei propri processi cognitivi, facilita lo sviluppo di tali processi. In particolare esso può sviluppare la consapevolezza delle conoscenze e capacità cognitive possedute e il controllo dei processi e delle strategie adeguate alla esecuzione di particolari compiti. Durante l'intervento di discuterà di come utilizzare il portfolio per sviluppare strategie di elaborazione e organizzazione delle conoscenze da parte dell'insegnante.

Metodi e strumenti #5: Difficoltà di apprendimento degli studenti e questionari concettuali.

Venerdì 21 luglio 2017

La ricerca in didattica della scienza sin dalla fine degli anni '70 ha mostrato l'esistenza di ragionamenti non corretti da parte degli studenti su molti argomenti fondanti della scienza, anche dopo essere stati esposti a istruzione formale. Le difficoltà di apprendimento sono "robuste" e non contestuali, ed è necessario tenerne conto quando si affronta un qualunque argomento. Le difficoltà di apprendimento nascono da un conflitto o dalla mancanza di integrazione fra la "conoscenza di senso comune" e la "conoscenza disciplinare". La conoscenza di senso comune (o idee innate delle persone) è l'insieme di conoscenze che un individuo possiede e che derivano dalla sua esperienza, dalle sue convinzioni. Hanno origine nella famiglia, nella sua cultura, nel contesto sociale. La conoscenza disciplinare, utile per interpretare la realtà secondo la scienza accreditata, è però spesso in conflitto con quella precedente. Il modello proposto durante l'intervento prevede di costruire il sistema delle conoscenze disciplinari a partire dalla conoscenza di senso comune e favorire l'integrazione fra le due utilizzando come strumento principale i questionari concettuali.

LABORATORI

B1: Analisi biologiche utili alle valutazioni igienico-sanitarie delle acque dopo trattamenti di miglioramento qualitativo.

M. Guida

Martedì 18 luglio 2017, Dipartimento di Biologia

Descrizione: L'ecotossicologia è una disciplina che integra i campi di indagine della chimica (del destino delle sostanze nell'ambiente), della tossicologia ambientale (che si occupa della valutazione degli effetti a diversi livelli di



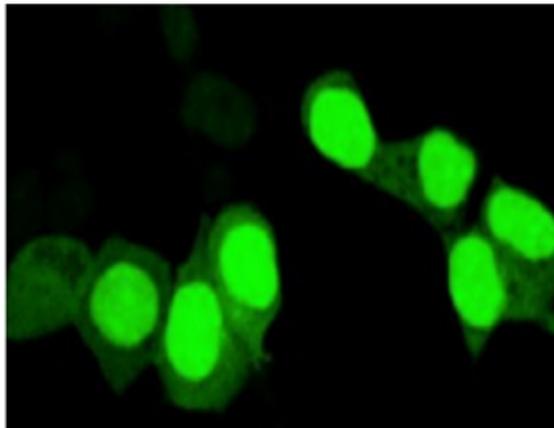
integrazione biologica) e dell'ecologia (che fornisce indicazioni sui processi che regolano la struttura e la funzione degli ecosistemi e le interazioni tra la componente biotica ed abiotica). Essa mira a quantificare gli effetti dei fattori di stress su tutti i livelli di organizzazione biologica, da quello molecolare a intere comunità ed ecosistemi. La scelta delle specie da utilizzare nei test di tossicità dipende dall'obiettivo che si vuole conseguire.

I test ecotossicologici permettono di definire una relazione causa-effetto, anche se in genere i risultati ottenuti sono validi solo per le condizioni sperimentali utilizzate e non consentono di estendere le conclusioni ad altre specie o a sistemi naturali complessi, dal momento che non possono tenere conto delle complesse interazioni fra biota ed ambiente. Si effettueranno attività relative ai più utilizzati bioindicatori come: *D. magna*, *P. tricorutum* *S. sorghum*.

**B2: La proteina fluorescente GFP e le sue varianti
come marcatori in cellule ed animali.
N. Zambrano**

*Mercoledì 19 luglio 2017, Dipartimento di Medicina Molecolare
e Biotecnologie Mediche (zona ospedaliera)*

Descrizione: Ripercorreremo con i partecipanti le tappe del clonaggio del DNA, al fine di produrre plasmidi ricombinanti, utili alla descrizione del traffico di proteine in ingresso ed in uscita dal nucleo. I plasmidi generati, trasferiti in colture cellulari, sono infatti in grado di produrre la proteina fluorescente GFP fusa a segnali di localizzazione nucleare (NLS) o a segnali di esporto nucleare (NES). L'osservazione delle cellule al microscopio a fluorescenza permetterà la verifica della corretta localizzazione (nucleare o extra-nucleare) delle proteine ricombinanti.



B3: Risposte di piante superiori allo stress ambientale.

C. Arena, A. De Marco, G. Maisto

Giovedì 20 luglio 2017, Dipartimento di Biologia

Descrizione: si studierà come alcune specie vegetali reagiscono al cambiamento climatico. Verrà simulato un esperimento in cui piante controllo, cresciute in condizioni naturali di regime idrico e temperatura, verranno confrontate con piante della stessa specie esposte a condizioni di elevata temperatura e stress idrico in ambiente controllato. In particolare saranno valutate alterazioni metaboliche e morfologiche delle foglie e la capacità della pianta di rispondere e resistere alle condizioni di stress.

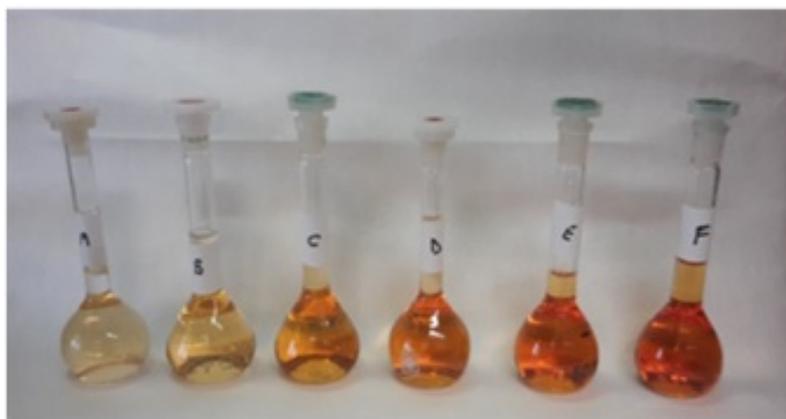


CI: Spettroscopia in chimica.

M.E. Cucciolito

Mercoledì 19 luglio 2017, Dipartimento di Scienze Chimiche

Descrizione: determinazione della costante di equilibrio di una reazione mediante metodi ottici. Si andrà ad indagare la reazione $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- = \text{FeSCN}^{2+}$ in cui l'equilibrio è rapidamente raggiunto. Per poter calcolare la costante di equilibrio, verranno determinate le concentrazioni all'equilibrio delle specie coinvolte, e, in particolare, la determinazione di una di queste verrà fatta attraverso l'uso della legge di Beer: $A = \epsilon cl$.



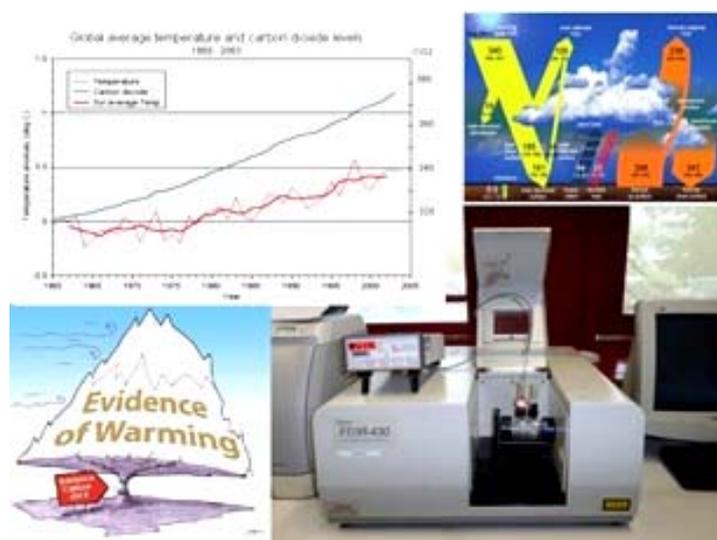
C2: Il riscaldamento globale non è una montatura degli ambientalisti: dimostrazioni pratiche.

G. D'Errico, D. Ciccarelli

Giovedì 20 luglio 2017, Dipartimento di Scienze Chimiche

Descrizione: si dimostrerà che il riscaldamento globale è correlato all'incremento della presenza di anidride carbonica nell'atmosfera. Saranno presentati semplici esperimenti di laboratorio, facilmente riproducibili anche in assenza di strumentazioni specialistiche. Recipienti contenenti miscele gassose arricchite in anidride carbonica (ad es. fumi di combustione, aria emessa per espirazione) saranno esposti a radiazioni (luce solare, lampade infrarosse) e se ne valuterà l'aumento di temperatura. Saranno inoltre dimostrati semplici metodi analitici per determinare quantitativamente la concentrazione di anidride carbonica in miscele gassose.

Lo spettro infrarosso dell'anidride carbonica dimostra ulteriormente che la radiazione infrarossa attiva le vibro-rotazioni di questa specie, che producono calore. In ultimo, sarà presentato un semplice modello matematico per stimare come le emissioni di anidride carbonica da varie fonti (naturali ed antropiche) possano significativamente influenzare la temperatura atmosferica.

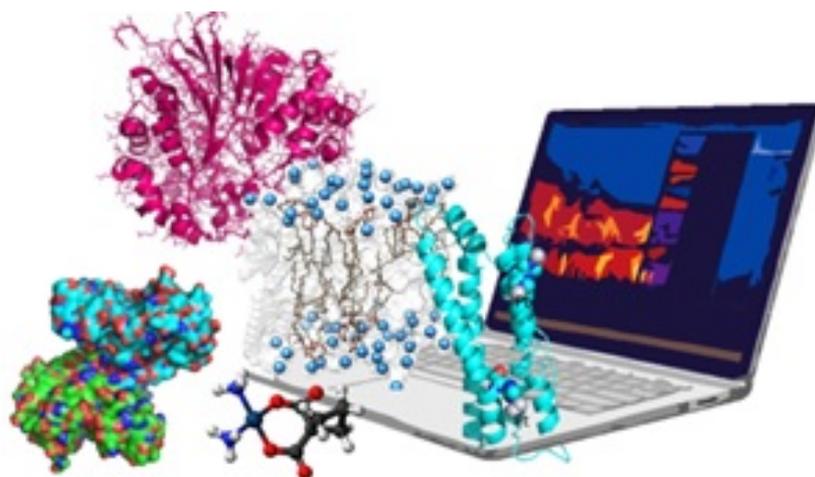


C3: Dagli atomi alle molecole: utilizzo della grafica molecolare per la descrizione dei modelli molecolari.

A. Merlino, I. Russo Krauss

Venerdì 21 luglio 2017, Dipartimento di Scienze Chimiche

Descrizione: L'esercitazione di laboratorio prevede l'utilizzo guidato di un software utilizzato per la visualizzazione di modelli molecolari di sistemi semplici e complessi, da molecole costituite da pochi atomi alle macromolecole di interesse biologico. Obiettivo principale è fornire ai partecipanti le basi dell'utilizzo di un software di grafica molecolare, per permettere loro l'utilizzo di questo mezzo nella didattica computer-assistita.



F1: Conservazione dell'energia.

I. Testa

Lunedì 17 luglio 2017, Dipartimento di Fisica

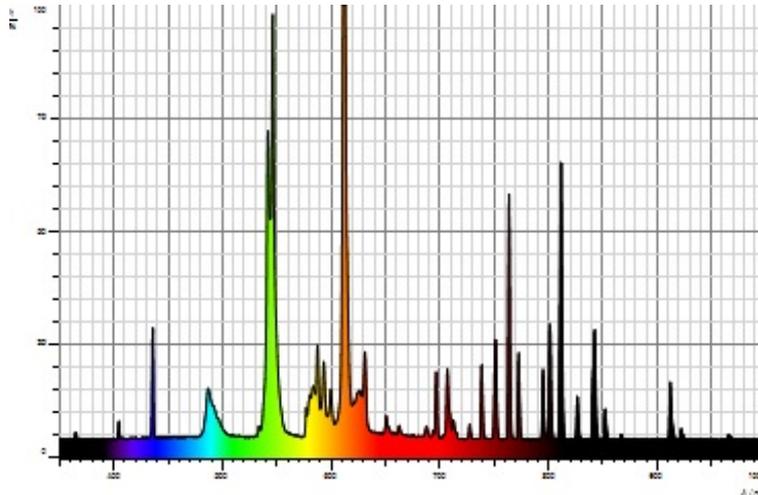
Descrizione: saranno illustrati esempi di conservazione dell'energia in diversi ambiti della fisica (meccanica, termologia, elettromagnetismo). In particolare si analizzeranno quantitativamente: le oscillazioni di una massa sospesa ad una molla, gli urti tra carrelli su guida priva di attrito, il mescolamento di masse d'acqua a temperature diverse, i cambiamenti di fase, illuminazione di un led.



F2: Misure di spettri di luce.
S. Galano, A. Colantonio

Mercoledì 19 luglio 2017, Dipartimento di Fisica

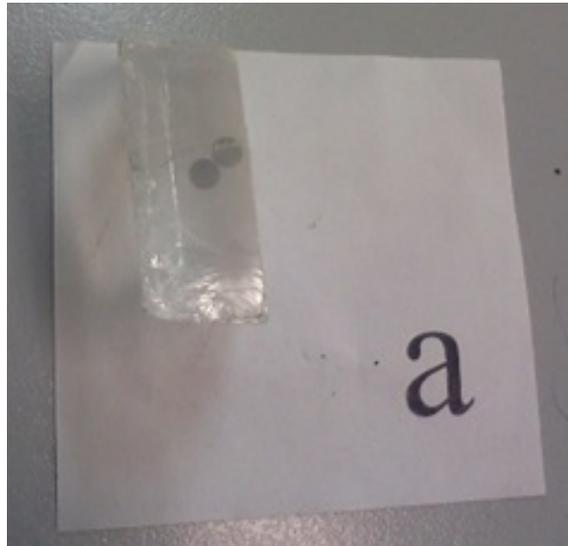
Descrizione: saranno illustrati esempi di misure di spettri da varie sorgenti luminose: lampade a incandescenza, lampade a fluorescenza, led, lampade a vapori di gas. Si discuterà come i diversi spettri caratterizzino il meccanismo di emissione della radiazione e.m. (riscaldamento, eccitazione atomica) e si mostreranno le numerose applicazioni di questa tecnica in fisica (es. composizione e funzionamento di una stella)



F3: Introduzione alla meccanica quantistica con i polaroid.
G. Capasso, I. Testa

Venerdì 21 luglio 2017, Dipartimento di Fisica.

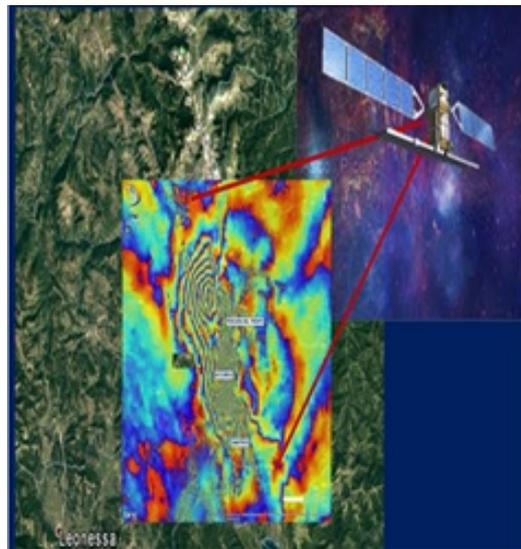
Descrizione: sarà mostrato come introdurre il formalismo alla Dirac mediante semplici esperimenti con polaroid e calcite. Saranno discussi la non commutatività degli operatori in meccanica quantistica, la sovrapposizione di stati, ed il concetto di collasso della funzione d'onda. Infine, la legge di Malus sarà re-interpretata per spiegare il concetto di probabilità in meccanica quantistica.



**G1: Metodologie “Remote Sensing” per lo studio
e il monitoraggio di fenomeni geologici.**
V. Paoletti e P. Confuorto

*Lunedì 17 luglio 2017, Dipartimento di Scienze della Terra,
dell’Ambiente e delle Risorse*

Descrizione: si illustreranno i principi base di diverse tecniche di telerilevamento (*remote sensing*), basate sull’uso del campo magnetico e di onde radar, che consentono un monitoraggio continuo e di estremo dettaglio dei fenomeni naturali endogeni ed esogeni. Gli esempi di applicazione vanno dallo studio di apparati vulcanici ai processi deformativi della superficie terrestre, dalle faglie attive durante i terremoti ai grandi fenomeni franosi, con enormi ricadute anche per scopi di gestione del rischio da eventi naturali. Il laboratorio vuole essere uno strumento offerto ai docenti per illustrare nelle aule scolastiche una Geologia non solo descrittiva ma coinvolta in prima linea nella soluzione di problemi ambientali.

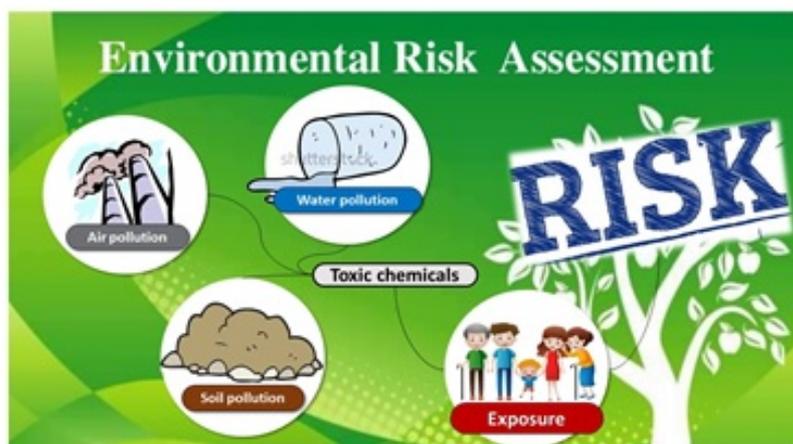


**G2: Metodi di valutazione del rischio
geochimico-ambientale con pratica di laboratorio.
S. Albanese**

*Martedì 18 luglio 2017, Dipartimento di Scienze della Terra,
dell'Ambiente e delle Risorse*

Descrizione: Il laboratorio permetterà di acquisire gli strumenti di base per la valutazione preliminare quantitativa del rischio sanitario-ambientale a cui gli esseri umani sono esposti in un contesto ambientale contaminato da metalli potenzialmente tossici e/o composti organici pericolosi.

Nella valutazione del grado di contaminazione di matrici ambientali come suolo, acqua e aria il punto di partenza essenziale è la conoscenza dei valori di fondo naturali determinati dalla geologia locale per poi riconoscere i processi che possono portare sostanze come metalli potenzialmente tossici e composti chimici pericolosi ad entrare nella catena alimentare e creare un impatto negativo sulla salute di animali ed esseri umani. La Geomedicina è una delle nuove frontiere della geologia nata con l'obiettivo di mettere in relazione la diffusione di infermità nella popolazione col contesto geologico-ambientale in cui insorgono e contribuire a stabilire delle priorità nella pianificazione del recupero ambientale.

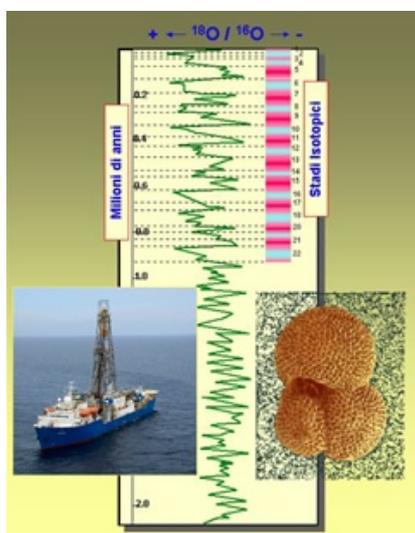


G3: Come si ricostruiscono i “Global Changes” del passato
(e si immaginano quelli del futuro).

V. Di Donato, A. Iannace

*Giovedì 20 luglio 2017, Dipartimento di Scienze della Terra,
dell’Ambiente e delle Risorse*

Descrizione: Nel corso del Laboratorio si osserveranno carote di sedimenti recenti e si ripercorreranno i processi attraverso i quali vengono estratte le informazioni paleontologiche e geochimiche che consentono di valutare le variazioni climatiche del passato. Si illustreranno anche alcuni passaggi storici che hanno portato allo sviluppo di tali metodologie, proponendoli come esempi di casi di “problem solving” da utilizzare come esercitazioni gli studenti. Infine si illustreranno i principi sulla base dei quali negli ultimi decenni si è passati dalla dimostrazione dell’influenza delle variazioni millenarie dei moti della Terra sul clima e sui processi geologici al loro uso come elemento di datazione dei processi stessi (Astrocronologia). Il laboratorio intende fornire tecniche e conoscenze utili a diffondere una conoscenza della dinamica complessa del Pianeta e una alfabetizzazione fondamentale per comprendere il presente dibattito sul Global Change.



M1/M3: La probabilità: uno strumento
per l'acquisizione di competenze.
P. Romano, L. Afeltra

*Lunedì 18 luglio 2017, Dipartimento di Fisica "E. Pancini", Venerdì 21 luglio
2017, Dipartimento di Fisica "E. Pancini"*

Descrizione: Il laboratorio nasce dalla consapevolezza che la nostra vita quotidiana è costellata da considerazioni di natura probabilistica, anche se non sempre formalizzate come tali, eppure solo da pochi anni l'argomento viene effettivamente trattato nei curricula delle scuole di ogni ordine e grado, diventando uno dei 4 nuclei fondanti della matematica. I motivi di questo ritardo sono da ricercarsi non solo nelle difficoltà intrinseche della disciplina ma soprattutto nelle relative implicazioni didattiche, visto che la teoria formale della probabilità entra in conflitto con il "senso comune" (o nozioni naïve) e si scontra con la scarsa abitudine ad affrontare "la matematica dell'incertezza".

Il laboratorio vuole fornire esempi di attività significative per "insegnare a contare" in ambito probabilistico, per proporre la probabilità come campo di esperienza in cui attività di esplorazione e generalizzazione favoriscano la capacità di argomentare, mostrando la stretta connessione tra temi di matematica e scienze sperimentali, solitamente considerati separatamente. La probabilità in questo modo viene presentata non come fine ma come mezzo per introdurre questioni matematiche in campi differenti



M2: Rapporti Vincenti.

U. Dardano

Martedì 17 luglio 2017, Dipartimento di Matematica

Descrizione: Il rapporto degli studenti con la matematica è sovente difficile. La disciplina è ritenuta ostile e persino invincibile. Invece la matematica va vissuta come uno strumento prezioso di interpretazione/modellizzazione del reale. Insomma desideriamo sia il rapporto degli studenti con la Matematica, vincente! In questi anni si riscontra una riaffermazione della bicicletta come mezzo di trasporto e di svago. Proponiamo così la matematica come compagno di viaggio per interpretare quanto viviamo in sella.

Con un gioco di parole, il concetto di “rapporto” sarà lo strumento del nostro laboratorio. Il funzionamento della trasmissione con moltipliche e rapporti, il significato e l’interpretazione dei dati che il ciclocomputer (o lo smartphone + GPS) ci fornisce, le varie misure che incontriamo... sono tutte occasioni in cui la modellizzazione matematica sorge (quasi) spontanea. L’approccio sarà trasversale rispetto alle indicazioni ministeriali. Si tratteranno temi che possono essere facilmente trattati nelle scuole medie o nei primi due anni delle superiori, con attenzione anche ai vari tipi di disturbi dell’apprendimento. Il laboratorio si serve anche di esperienze maturate da diversi progetti PON (e simili).



Finito di stampare
nel mese di Febbraio 2018
dalla Grafica Elettronica s.r.l. (Napoli)

Questo volume illustra alcune delle principali attività di outreach e divulgazione condotte dal Dipartimento di Fisica “E. Pancini” nel biennio 2016-2017 a testimonianza del notevole impegno profuso in attività di formazione, divulgazione scientifica e orientamento, svolte in sinergia con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base e, nella maggior parte dei casi, in collaborazione con gli enti di ricerca convenzionati, con le scuole e con le istituzioni più prestigiose della Città di Napoli.



OPERA FUORI COMMERCIO