

# Una Settimana da Scienziato 2018



4-9 giugno 2018

## ALUNNI PARTECIPANTI:

Nome	Classe
Verri Simone	4A
Goldoni Lorena	4H
Fregni Alessia	4D
Bernini Gabriele	4E

**PARTNER PUBBLICI:** Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche

## ABSTRACT DEL PROGETTO

Durante l'attività di stage gli studenti sono guidati da docenti e ricercatori alla scoperta di diversi argomenti di fisica, matematica e informatica. A ciascuna disciplina sono dedicate una decina di ore, in cui si alternano attività seminariali, di laboratorio in piccolo gruppi, e di rielaborazione degli argomenti affrontati. Al termine della settimana, una giornata è dedicata alla rielaborazione autonoma, a piccoli gruppi, di un argomento a scelta fra quelli affrontati. Sono inoltre previste attività di orientamento alla scelta universitaria, in cui diversi professionisti, laureati in fisica, matematica e informatica, illustreranno la loro personale esperienza lavorativa.

## RISULTATI ATTESI DALL'ESPERIENZA DI ALTERNANZA IN COERENZA CON I BISOGNI DEL CONTESTO

Il presente progetto di Alternanza Scuola Lavoro si propone di mettere in pratica e di ampliare le conoscenze acquisite dagli studenti partecipanti nel corso del proprio percorso curriculare, svolgendo attività non replicabili nell'ambito scolastico. Tali attività hanno lo scopo di stimolare l'interesse dei partecipanti nei confronti della Fisica, della Matematica e dell'Informatica grazie all'applicazione a problemi quotidiani e non standard, oltre che a mostrare la stretta correlazione tra tali discipline ed altri ambiti scientifici.

In particolare, gli studenti partecipanti avranno modo di:

- apprendere e mettere in pratica le procedure di sicurezza da seguire in un laboratorio;
- comprendere e decodificare il linguaggio tecnico ed apprenderne il corretto utilizzo;
- apprendere ed identificare le strumentazioni, le attrezzature ed i programmi necessari per svolgere attività di laboratorio;
- imparare ad organizzare un'attività di laboratorio in funzione delle strumentazioni, delle attrezzature e dei programmi a disposizione;
- utilizzare le strategie del pensiero razionale per affrontare e risolvere problemi non standard;
- comprendere le relazioni fra le conoscenze apprese nel corso dell'attività curriculare e i fenomeni reali;
- applicare le conoscenze apprese nel corso dell'attività curriculare alla risoluzione di semplici problemi reali;
- comprendere la stretta correlazione fra le varie discipline scientifiche.

## AZIONI, FASI E ARTICOLAZIONI DELL'INTERVENTO PROGETTUALE

- 1) Individuazione degli obiettivi dell'attività ed elaborazione del relativo percorso formativo da parte dei tutor Interni ed esterni.
- 2) Attivazione delle procedure formali per l'attivazione fra le istituzioni coinvolte da parte dei

tutor interni ed esterni.

- 3) Individuazione e scelta degli studenti partecipanti.
- 4) Formazione degli studenti partecipanti relativa ai rischi specifici dei laboratori fisici ed informatici.
- 5) Svolgimento dell'attività sotto la supervisione del tutor esterno con la collaborazione di figure professionali presenti nella struttura ospitante.
- 6) Monitoraggio dello svolgimento delle attività da parte del tutor interno.
- 7) Valutazione della ricaduta formativa dell'attività mediante la verifica degli obiettivi raggiunti e delle competenze sviluppate dallo studente.
- 8) Analisi delle schede di valutazione relative all'attività.

## ATTIVITÀ LABORATORIALI

Gli studenti coinvolti parteciperanno ad attività laboratoriali tenute presso i laboratori didattici del Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia sotto la supervisione di docenti universitari e di ricercatori dell'istituto Nanoscienze del CNR (sede di Modena). Tali esperienze, unitamente allo svolgimento di diversi lavori di gruppo, hanno lo scopo di permettere ai partecipanti di mettere in pratica e di ampliare le conoscenze acquisite nel proprio percorso curricolare. Tali attività hanno lo scopo di stimolare l'interesse dei partecipanti nei confronti della fisica, della matematica e dell'informatica, grazie alle applicazioni a problemi quotidiani non banali. La scuola intende essere una prima occasione per gettare uno sguardo sui diversi ambiti di ricerca svolte nel Dipartimento in fisica, informatica e matematica, partecipando in prima persona ad esperimenti e attività teoriche, e utilizzando metodi e strumentazione avanzata.

Questa scuola ha inoltre lo scopo di evidenziare la stretta correlazione tra queste tre discipline scientifiche, oltre che le loro infinite possibilità di applicazione in campo pratico. A titolo di esempio segue una lista non esaustiva delle attività che verranno svolte (ogni studente avrà modo di seguirne solamente alcune).

- **Internet e il Web: cosa c'è sotto?** Tutti usiamo internet, ma veramente sappiamo cos' succede ad ogni click del mouse? In poco meno di due ore ripercorreremo le origini di internet e del web (che non sono la stessa cosa): da semplice rete per la trasmissione dei dati, ad Arpanet (ministero della difesa USA ... perché i militari ci son sempre di mezzo), al World Wide Web, al Web 2.0. Verranno spiegate le problematiche di base per la trasmissione di pacchetti sul web, introdotti i protocolli principali (TCP/IP, HTTP(S), ecc.) alla base di internet, e le tecnologie coinvolte: da HTML a javascript, dai server web ai browser, da facebook a...

- **Le reti intorno a noi** . Discuteremo il modo in cui i sistemi naturali ed artificiali processano e diffondono l'informazione: vedremo quindi gli inattesi collegamenti fra la Firenze dei Medici, alcuni sistemi di potere attuali e le linee di trasporto aeree, fra struttura del WWW e reti sociali, fra la diffusione del virus dell'HIV e l'attuale strategia di difesa dai "virus" software.

- **Che cosa c'è dietro le reti sociali?** Dietro il termine 'reti sociali' si nasconde ben più dell'utilizzo di social online come Facebook e Twitter. Scopriremo insieme come il grafo delle relazioni che classicamente associamo a questi network sia in realtà uno strumento potentissimo per modellare, analizzare e interpretare tantissimi e diversi contesti della vita reale.

- **Come guideremo nel futuro?** Le macchine di guida autonoma stanno per arrivare, ma ancora ci sono tanti problemi da risolvere. Durante il seminario vedremo da un punto di vista tecnologico, economico, politico e anche filosofico come funzionano questi sistemi e come andranno a cambiare le basi della società.

- **I metodi Montecarlo.** Seminario/laboratorio nel corso del quale i ragazzi sperimenteranno, a gruppi, gli argomenti trattati.

- **Fregi, rosoni, pavimentazioni: il miracolo della simmetria.** Seminario/laboratorio nel corso del quale verrà illustrata parte della matematica delle decorazioni (rosoni, fregi, arte moresca) ed i ragazzi avranno occasione di fare esperienza dei contenuti.

- **Partiamo per la tangente!** L'idea della giornata è quello di avvicinare i ragazzi ai problemi di massimo e minimo. Dopo una breve introduzione su alcuni classici problemi di ottimizzazione, andremo ad analizzare la storia del problema del calcolo di tangenti a una curva piana, con l'idea di legarlo a problemi di massimo e minimo. Partiremo dal problema delle tangenti nell'antica Grecia per poi passare agli sviluppi nel Rinascimento, ad opera di Cartesio e Fermat, e se possibile, concluderemo con alcuni spunti derivanti dal calcolo delle flussioni dovuto a Newton.

Per lo svolgimento delle seguenti attività gli studenti verranno divisi in gruppi da circa 4 studenti ed ogni gruppo seguirà unicamente due delle attività elencate :

- **Spettroscopie elettroniche e sintesi di nanomateriali a base di grafene.** Uno dei modi più promettenti per

fabbricare nanostrutture bidimensionali con precisione atomica è quello di sfruttare le capacità di auto-organizzazione delle molecole organiche, depositate su opportune superfici. Questa metodologia si chiama sintesi “on-surface” e permette, per esempio, di fabbricare strisce di grafene della larghezza voluta (pochi nanometri), che posseggono interessanti proprietà di conduzione elettrica. Durante lo stage gli studenti potranno seguire in prima persona la fabbricazione di questi nanosistemi, studiarne la crescita e le proprietà utilizzando alcune spettroscopie elettroniche.

- **Il caso, i numeri, la fisica.** Quando la modellistica dei problemi fisici include equazioni complesse il calcolo manuale non è sempre sufficiente a trovare le soluzioni e pertanto ci si affida a tecniche numeriche al computer. Con l'aiuto di semplici esempi gli studenti scopriranno che sia il rapporto di causa-effetto, sia, più sorprendentemente, il caso rappresentano strumenti che possono aiutare ad avvicinarsi alla soluzione.

- **La fisica delle particelle tra le mani.** Dopo una lezione introduttiva di fisica delle particelle e dei rivelatori, gli studenti analizzeranno al terminale alcuni eventi di collisioni protone-protone rivelati dall'esperimento LHCb del CERN, nei quali identificheranno alcuni mesoni D, misurandone la massa e il tempo medio di decadimento.

- **Studio dei processi di ripiegamento corretto e non delle proteine con pinze ottiche.**

Verrà svolta prima un'attività didattica frontale durante la quale il docente spiegherà i fenomeni biofisici responsabili dei processi di ripiegamento corretto e non delle proteine, facendo riferimento anche alle conseguenze patologiche di quest'ultimo fenomeno. Inoltre il docente spiegherà in maniera semplice le caratteristiche principali di uno strumento “pinze ottiche” e come quest'ultime possono essere utilizzate per lo studio del processo di ripiegamento delle proteine.

- **Esperimenti di fisica delle basse temperature.** Le proprietà di sistemi quantistici, in particolare quelle legate allo spin, possono essere investigate mediante esperimenti effettuati a temperature di pochi gradi superiori allo zero assoluto. Con l'aiuto di campi magnetici statici, microonde e un dispositivo superconduttivo andremo a mettere in luce gli effetti quantistici di particolari sistemi a stato solido.

- **Il Microscopio a Forza Atomica (AFM): immagini senza la luce.** Il microscopio AFM è uno strumento fondamentale nella moderna scienza dei materiali. Esso permette di “toccare” gli atomi di un solido e realizzare immagini tridimensionali della sua superficie come pure di misurare alcune delle sue proprietà fisiche. In questa esperienza si utilizzerà un Microscopio AFM di ultima generazione per l'analisi delle proprietà meccaniche (elasticità, adesione, attrito, usura) localizzate negli ultimi strati atomici di un materiale.

- **Simulare la materia con il computer.** In questa attività gli studenti saranno coinvolti nella costruzione al computer di modelli atomistici di vari materiali - come solidi cristallini, nanostrutture, polimeri e/o molecole complesse - con l'obiettivo di comprenderne le principali proprietà fisiche.

- **Fenomeni di attrito e materiali lubrificanti.** In questa attività verranno descritti i meccanismi microscopici che determinano l'attrito e l'usura dei materiali. Gli studenti verranno poi coinvolti nella preparazione ed esecuzione di un esperimento al calcolatore in cui, mediante simulazioni di dinamica molecolare, potranno “osservare” i processi atomistici che accadono all'interfaccia tra due materiali durante il loro scorrimento relativo.

- **Dalla lente ottica al microscopio elettronico in trasmissione.** Il percorso prevede l'analisi della formazione di una immagine di un oggetto mediante una lente sottile, la costruzione di un semplice microscopio ottico per l'osservazione di immagini e figure di diffrazione di semplici oggetti. Mediante questo microscopio si analizzerà in dettaglio il fenomeno dell'interferenza e della diffrazione riproducendo l'esperimento di Young per le due fenditure. Si analizzerà l'esperimento da un punto di vista ondulatorio e corpuscolare per introdurre il dualismo onda corpuscolo per il fotone. Si utilizzerà l'esperimento di Young-Feynman a singolo elettrone per introdurre il dualismo onda corpuscolo per l'elettrone al fine di far comprendere il funzionamento del microscopio elettronico in trasmissione.

- **Meccanica statistica computazionale tra le mani.** Ad una introduzione teorica ai metodi Monte Carlo e Dinamica Molecolare in Meccanica Statistica, seguirà un'applicazione a un sistema modello per lo studio delle transizioni di fase.

## **UTILIZZO DELLE NUOVE TECNOLOGIE, STRUMENTAZIONI INFORMATICHE, NETWORKING**

I ragazzi avranno l'occasione di lavorare nei laboratori informatici, nel centro di calcolo e nei laboratori di fisica (Optical Tweezers Lab, Low-T) del Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche.

*Referente per la scuola: prof.ssa Anna Maria Prandini*