1971-1972
2021-2022
50 anni
Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali

La formula del futuro

1921 UN SECOLO DI STORIA DAVANTI A NOI 2021

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

In copertina
Disco solare altimetrico. Bavaria, metà sec. XVII. In bronzo, mm 65 x 46. Placca massiccia con anello di sospensione con inciso sulla faccia esterna la scala dei mesi e il punzone del costruttore portante un'alidada rotante in ferro forgiato con pinnula regolabile sulla scala dei mesi e con gnomone costituito da un forellino che proietta il raggio del Sole sulla scala delle ore in numeri arabi 4 – 12 – 8 incisa sull'altra faccia.

(12) [Cat 25 e B/8] Anonimo- Biblioteca di Storia delle Scienze "Carlo Viganò", Università Cattolica del Sacro Cuore

Indice

Cinquant'anni fa 7

La Facoltà oggi 11

La ricerca scientifica 17

I nostri migliori numeri 23

Verso il futuro 27

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

A mezzo secolo dalla nascita della facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, passa per le nuove frontiere della scienza il rinnovato impegno dell'Università Cattolica a Brescia. L'Ateneo rilancia l'investimento nel campus, che ha da poco inaugurato la sede di Mompiano, perché quella dell'intelligenza artificiale, degli algoritmi e della loro comprensione è la strada del futuro. Ed è una grandissima opportunità su cui costruire i prossimi cinquant'anni.

È un impegno che intendiamo affrontare forti di una sensibilità che ci appartiene fin dalla fondazione nel 1921 e che trova corrispondenza nella biografia intellettuale di padre Agostino Gemelli. La formazione medica, la collaborazione con il premio Nobel per la medicina bresciano Camillo Golgi, di cui era allievo, e le sue pionieristiche ricerche in psicologia sperimentale testimoniano la consapevolezza dell'importanza delle scienze nella proposta di sapere integrato che ha sempre caratterizzato il nostro Ateneo.

Le scienze matematiche e fisiche devono essere presentate con semplicità e credibilità, ma, rispetto a cinquant'anni fa, tale esigenza deve essere coltivata allargando la prospettiva, almeno per superare due principali ostacoli: oggi la semplicità è spesso confusa con la superficialità e la credibilità della scienza è messa a dura prova da ondate di diffidenza sempre più palesi.

È necessario intensificare iniziative capaci di valorizzare l'interdisciplinarità. Se è vero che la specializzazione è un tratto ineliminabile, direi quasi connaturato all'esplosione della quantità di conoscenza scientifica, è altrettanto vero che la scienza del futuro deve confrontarsi con sfide che richiedono l'intervento integrato di più discipline. Già si sono fatti passi in questa direzione: ne sono un esempio i corsi di laurea interfacoltà con Scienze bancarie, finanziarie e assicurative e con la facoltà di Economia. Ci sono margini per nuove collaborazioni. L'intento di questo ulteriore orizzonte non deve essere semplicemente quello di estendere l'offerta formativa, ma di preparare persone in grado di affrontare la complessità attraverso diversi strumenti intellettuali posseduti dal nostro Ateneo.

Franco Anelli
Rettore dell'Università Cattolica del Sacro Cuore

Numero, tempo, intelligenza. Sono le parole che scandiscono l'evoluzione della facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali nei suoi cinquant'anni di storia.

Numero è la parola chiave della **matematica**. È tra i concetti più antichi e immediatamente problematici, a causa della bivalenza dovuta all'uso del numero per "contare" e del numero per "misurare". Il sogno iniziale di un concetto di numero onnicomprensivo si scontrò ben presto con la constatazione che il sistema numerico dei pitagorici era inadeguato e la soluzione definitiva fu raggiunta solo nella seconda metà del XIX secolo con l'individuazione del sistema dei numeri reali.

In **fisica** l'elaborazione di un concetto di **tempo** interpersonale e verificabile, non psicologico e puramente personale, è operazione tra le più complesse. In effetti il tempo in fisica è essenzialmente un tessuto di correlazioni, soggetto quindi anche ad evolversi a mano a mano che avanzano le conoscenze nei vari settori della fisica stessa.

Nell'ambito dell'**informatica**, lo sviluppo delle capacità di elaborazione dei calcolatori ha consentito di implementare procedure sempre più complesse, riproponendo la questione se l'uomo stesso non sia, nei suoi comportamenti, essenzialmente "procedurale". La distinzione (o non distinzione) fra uomo e macchina sarà sempre più centrale e un naturale terreno di confronto è costituito dalla nozione di **intelligenza**.

Matematica, **fisica** e **informatica** sono i tre filoni principali di quel connubio speciale di formazione e ricerca che fa dell'università la casa del sapere, della scienza e della sapienza. Ma, nell'incalzante sfida della interdisciplinarità per comprendere la complessità, la strada da seguire è quella di una felice ibridazione di competenze tipiche della "data science", che si confrontano e si fondono con la visione specifica degli aspetti legati all'economia e alla finanza.

Numero, tempo, intelligenza, sono le parole che connettono passato e futuro. Sono il crinale su cui la facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali intende camminare per scrivere, insieme, i suoi prossimi cinquant'anni.

Maurizio Paolini
Preside della Facoltà
di Scienze matematiche, fisiche e naturali

UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE

(Istituita con r. d. 2 ottobre 1924, n. 1661)

20123 MILANO - Largo A. Gemelli, 1

Dal 1° agosto 1971 sono aperte le immatricolazioni e le iscrizioni per l'anno accademico 1971-72 al primo anno di corso della Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE e NATURALI, avente sede a BRESCIA in via Trieste 17, per conseguirvi la laurea in MATEMATICA (indirizzo didattico).

Possono immatricolarsi:

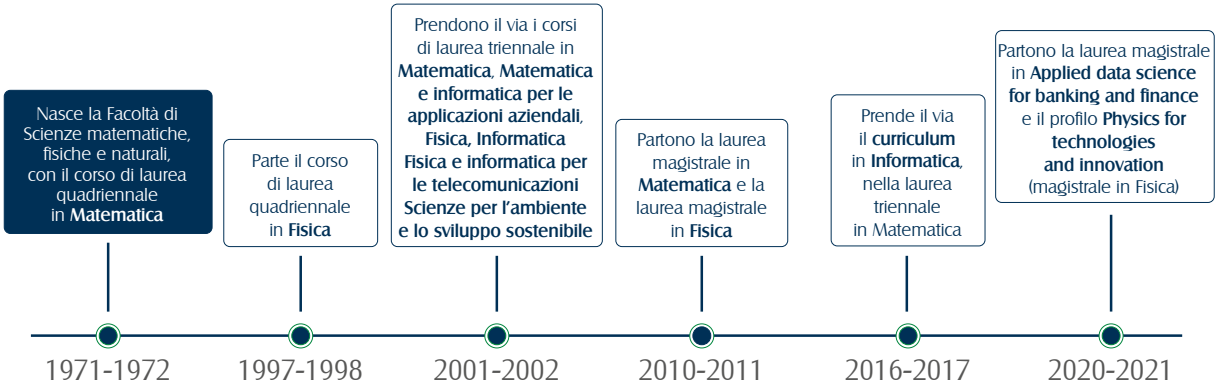
a) i diplomati degli istituti di istruzione secondaria di secondo grado di durata quinquennale, ivi compresi i licei linguistici riconosciuti per legge (*), e coloro che abbiano superato i corsi integrativi previsti dalla legge 27-10-1969, n. 754, che ne autorizza la sperimentazione negli istituti professionali;

b) i diplomati degli istituti magistrali e dei licei artistici che abbiano frequentato, con esito positivo, un corso annuale integrativo organizzato dai provveditorati agli studi, secondo le norme stabilite dall'art. 1 della legge 11-12-1969, n. 910.

(*) Civica Scuola « Regina Margherita » di Genova, ora « Grazia Deledda », Civica Scuola Superiore Femminile « Alessandro Manzoni » di Milano, Istituto di cultura e di lingue « Marcelline » di Milano, « Santa Caterina da Siena » di Venezia, « Orsoline del Sacro Cuore » di Cortina d'Ampezzo.

La Facoltà istituita a norma di legge, rilascia, alla fine dei quattro anni di corso, la laurea in MATEMATICA (indirizzo didattico), valida a tutti gli effetti legali.

Cinquant'anni fa



A cinquant'anni dalla nascita dell'Università Cattolica del Sacro Cuore a Milano, nasce nel 1971 a Brescia la facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, in un mondo profondamente trasformato, e non solo a causa della Seconda guerra mondiale.

Un nuovo tipo di rivoluzione stava prendendo piede, e cioè la capillare diffusione e necessità dei concetti matematici in tutti i settori della società, che cominciavano a fare capolino anche nelle applicazioni industriali. Dopo le esplorazioni di tipo nucleare degli anni '30, che porteranno alla bomba atomica, il mondo scientifico e tecnologico inizia negli anni '40 e '50 lo studio dell'applicazione dei semiconduttori e dei laser, aprendo la strada alla società moderna della comunicazione. È il percorso che porta dalla fisica classica a quella quantistica. Nei cinquant'anni intercorsi fra la fondazione dell'Università Cattolica e l'istituzione della facoltà, l'informatica teorica si innesta velocemente nello sviluppo industriale e adatta i suoi concetti di base alle nuove tecnologie emergenti.

In questo panorama culturale scientifico mondiale, a soli due anni dall'avvio dei corsi di Magistero a Brescia (1965), l'Ateneo ottiene il riconoscimento ministeriale - suggellato da un accordo tra il Centro

universitario bresciano (che solo in seguito sarebbe divenuto Ente Universitario della Lombardia orientale) e l'Ente Bresciano per l'Istruzione Superiore (Ebis) - per istituire in città una **facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, con biennio propedeutico di Ingegneria**. Un progetto che si rendeva necessario, come scrive il rettore Ezio Franceschini, «per formare insegnanti per la scuola dell'obbligo anche in campo scientifico e per le fiorentissime industrie di Brescia e delle sue valli».

Nel periodo intercorso tra il 1967 e il 1971, il dibattito politico cittadino indirizzerà gli studi ingegneristici - e poi quelli di area economica e medica – nell'alveo della nascita dell'Università degli Studi di Brescia, che vedrà la luce solo nel 1972. L'Università Cattolica sceglie di orientare la facoltà alla formazione di giovani insegnanti nel campo matematico.

Il Comitato ordinatore era costituito dai professori **Carlo Felice Manara** (presidente), **Giovanni Prodi** (Università di Pisa) e **Pietro Bassi** (Università di Bologna). Il primo **corso di laurea in Matematica**, quadriennale a ciclo unico, conteneva soltanto l'indirizzo didattico, che però veniva delineato solamente nei secondi due anni, fornendo così allo studente un panorama di base delle discipline matematiche assolutamente uniforme nel panorama nazionale.

Sotto la guida del primo preside, **Giovanni Melzi**, la facoltà compie i suoi primi passi e laurea con lode nel luglio 1975, i primi sette studenti: **Paolo Antonelli, Maria Calvi, Maura Carlotti, Giovanna Corradi, Renato Ghirardi, Maria Michelotti e Anna Rossi**. Sotto la guida del professore emerito **Carlo Banfi** alla presidenza della facoltà, si decide, nel corso degli anni '80, di allargare la missione anche all'ambito applicativo.

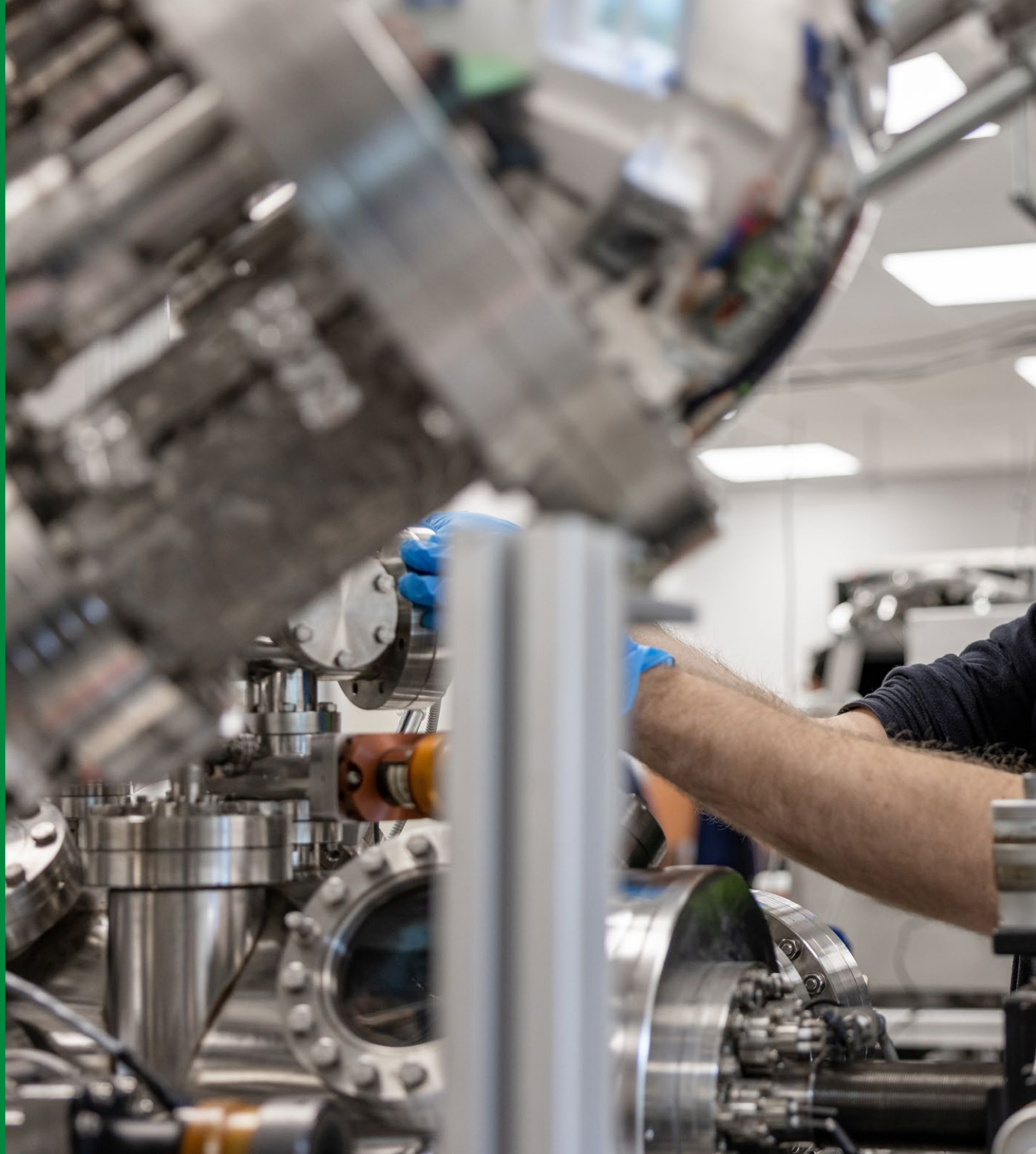
Con l'inizio degli anni '90, viene attivato l'indirizzo generale, rivolto agli studenti che intendono intraprendere la via della ricerca scientifica. In questo modo il corso di laurea in Matematica risulta comprendere i tre indirizzi, generale, didattico e applicativo, previsti dall'ordinamento dell'epoca.

Fin dalla sua istituzione, la facoltà prevedeva fra i suoi sviluppi anche l'accensione del corso di laurea in Fisica, in conformità con il binomio Matematica-Fisica presente anche nelle classi di concorso per l'insegnamento nella scuola se-

condaria di secondo grado. Dopo un articolato dibattito, il **corso di laurea in Fisica** viene attivato nell'anno accademico 1997-1998 e risulta prevalentemente caratterizzato per l'attività di ricerca nella direzione della fisica dei materiali.

Sempre negli anni '90 si sviluppa il dibattito riguardante l'istituzione di un corso di Informatica. Nell'ambito dell'adeguamento alla legge 509, che introduce l'ordinamento universitario del cosiddetto 3+2, vengono istituiti il **corso di laurea triennale in Informatica** e anche il **corso di laurea triennale inScienze per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile**, motivato sia dalla crescente rilevanza a livello mondiale delle tematiche coinvolte che dalla presenza a Brescia di realtà, quali l'allora Asm (ora A2A), fortemente interessate alle tematiche legate all'ambiente.

Tuttavia, negli anni successivi, i requisiti di docenza imposti dal ministero richiederanno di mettere in atto ulteriori accorpamenti a livello di corso di laurea triennale, cui farà seguito, negli anni recenti, un ampliamento a livello di corsi di laurea magistrali, grazie alla proficua interazione con altre facoltà dell'Ateneo.



La Facoltà oggi

1 corso di Laurea triennale

3 corsi di laurea magistrale

3 corsi di laurea magistrale interfacoltà

1 corso di dottorato internazionale

297 Studenti iscritti

31 docenti di ruolo

2.435 laureati dal 1975

La **matematica** e la **fisica**, oltre a contribuire sin dall'antichità al patrimonio culturale dell'uomo, registrano oggi un imponente aumento di applicazioni nella vita quotidiana, da quelle medico-biologiche ed economiche a quelle della tutela ambientale, grazie anche ai progressi senza precedenti dell'**informatica**. Queste discipline offrono non solo una chiave di lettura della realtà ma anche un bagaglio di conoscenze solido e duraturo e una forma mentis in grado di razionalizzare i problemi e di risolverli con le competenze necessarie.

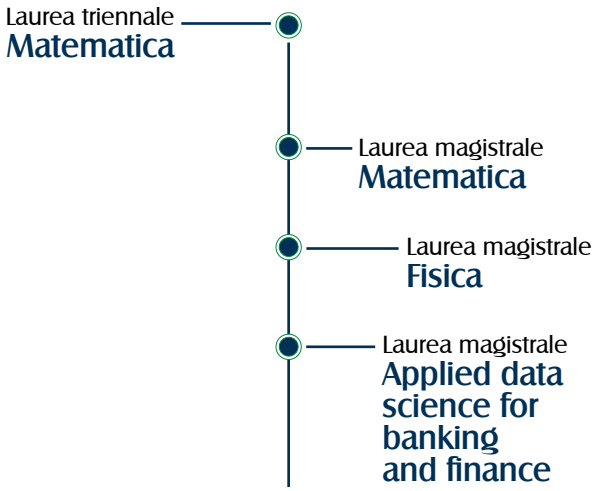
La connessione sempre più forte con il **mondo del lavoro**, inoltre, rende i percorsi formativi della facoltà adatti a chi non solo ama numeri e teoremi, ma vuole anche imparare - come insegna il celebre matematico bresciano del 1500 Niccolò Tartaglia, cui è intitolato il Dipartimento di Matematica e Fisica - a usarli come strumento conoscitivo della realtà, in assonanza con i diversi gradi dell'*higher education*.

Per questo nel nuovo campus di Mompiano l'offerta formativa copre tutti e tre i livelli della formazione universitaria. Laurea triennale e lauree magistrali trovano il loro vertice nel **dottorato internazionale** in ***Science***, promosso con Università di Leuven (Belgio), Notre Dame University (Usa) e la Pontificia Universidad Catolica de Chile. Ma ogni studente della facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, dalla triennale al dottorato, ha il privilegio di essere inserito in un contesto internazionale di ricerca d'avanguardia, dotato di un dipartimento e di centri di ricerca specializzati soprattutto nel campo dell'ambiente, delle nanostrutture e dei materiali superconduttori, e di modelli matematici applicabili anche al mondo aziendale del territorio.

Il contatto diretto e continuo con i docenti offre agli studenti la possibilità di essere seguiti costantemente nel proprio percorso formativo. Gli ampi spazi del nuovo campus di Mompiano, inserito in un contesto naturalistico meraviglioso, consentono di lavorare al meglio con gli strumenti propri delle diverse discipline. Il network internazionale di cui fa parte dà la possibilità di fare esperienze nelle migliori università europee ed extraeuropee. Per questo il ruolo strategico, ormai universalmente riconosciuto, che i laureati in materie scientifiche esercitano nello sviluppo tecnologico, si traduce nel valore culturalmente elevato del titolo di studio e nel rapido inserimento lavorativo sulle frontiere dell'innovazione.

L'Offerta formativa

Un corso di **laurea triennale in Matematica** articolato in tre indirizzi: matematica, fisica e informatica. Una laurea magistrale in **Matematica**, con due percorsi in **Matematica** e **Matematica per le applicazioni economiche, finanziarie e per l'impresa**; una **magistrale in Fisica** con due indirizzi: **Fisica** e **Pysics for technologies and innovation** (lingua inglese); il corso di laurea magistrale in **Applied data science for banking and finance** (lingua inglese, interfacoltà con la Facoltà di Scienze bancarie, finanziarie e assicurative); i corsi magistrali in **Data analytics for business** e in **Innovation and Technology Management** (sede di Milano, interfacoltà Economia - Scienze matematiche, fisiche e naturali).



I tre indirizzi della laurea triennale

Matematica

Il curriculum forma persone che, a un'eccellente preparazione matematica, uniscano competenze fisiche e informatiche e siano in grado di comprendere e utilizzare descrizioni e modelli matematici di situazioni concrete di interesse scientifico e applicativo.

Fisica

Il curriculum assicura una formazione equivalente a una laurea in Fisica e consente l'accesso ai coerenti percorsi magistrali. Parte integrante e significativa del percorso formativo sono le attività di laboratorio, condotte con strumenti tecnologicamente molto avanzati.

Informatica

Il curriculum garantisce una formazione equivalente a una laurea in Informatica e permette l'accesso ai relativi percorsi magistrali. Offre le conoscenze per dominare l'evoluzione delle tecnologie dell'informazione, dallo sviluppo di applicazioni web all'analisi dei dati.

In dialogo con la società

Il contributo della facoltà alla crescita del territorio non passa solo da formazione e ricerca, ma anche da attività di terza missione. Tra le perle della vocazione scientifica della sede di Brescia, non si può dimenticare la **Biblioteca delle Scienze "Carlo Viganò"**, donata al campus di via Trieste in occasione della nascita della facoltà nel 1971. È una delle collezioni librarie più significative a livello europeo e raccoglie antichi strumenti per la misura dello spazio e del tempo (*come quello ritratto in copertina*), manoscritti rari, incunaboli, cinquecentine, opere a stampa del Seicento e del Settecento, a cominciare da un ragguardevole fondo dedicato a Galileo e a una sezione "gesuitica" che raduna oltre 350 testi che bene rappresentano la capillare presenza della Compagnia di Gesù nella storia della scienza.

Ma l'incontro tra scienza e società si rivive ogni anno anche nella **Notte dei ricercatori**, promossa dalla Commissione europea in tutti i Paesi dell'Unione. Dal pallone aerostatico che sale in cielo, per rilevare gli inquinanti che respiriamo ogni giorno, all'aperitivo scientifico nel museo di Santa Giulia, dalla caccia al tesoro della matematica per le vie del centro storico, riservata ai ragazzi delle scuole superiori, alla visita ai laboratori di fisica, frontiera avanzata della ricerca di base e dell'innovazione: la scienza esce dalle proprie stanze e si fa cultura.

Nel mondo del lavoro

Ha formato, e continua a formare, intere generazioni di insegnanti delle scuole di secondo grado, ma la facoltà ha ormai ampliato le occasioni occupazionali per i propri laureati a società di consulenza, banche d'affari, compagnie assicurative, fondi di investimento, società di sviluppo del software e divisioni R&D aziendali.

Fisici e matematici entrano in azienda per la loro capacità di *problem solving*: dal campo sanitario a quello ambientale, dai mercati finanziari alla meteorologia, dall'elettronica alla gestione dell'energia, dalle comunicazioni fino alla nuova frontiera della *data science*.

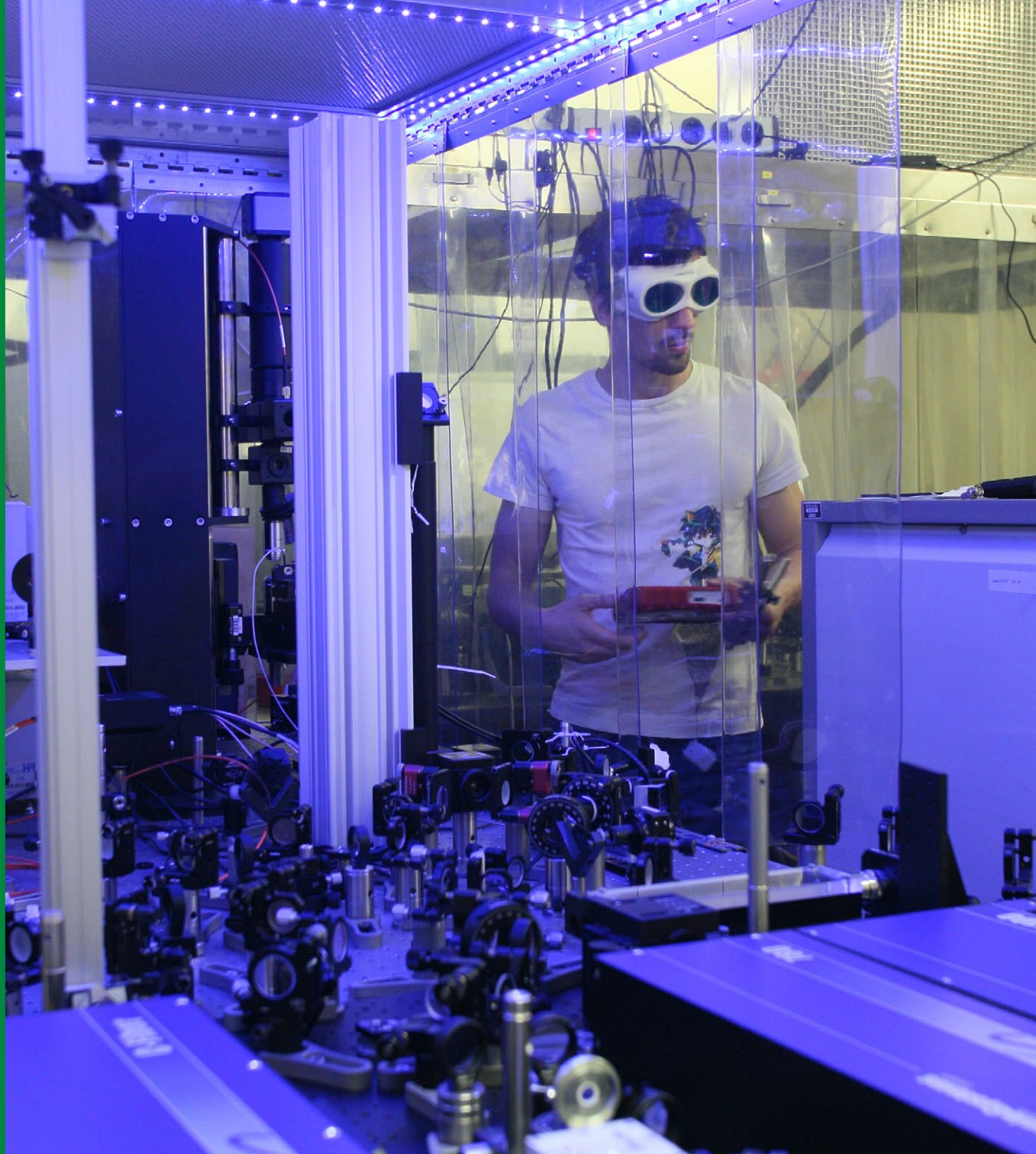
Collocandosi all'intersezione tra **ricerca di avanguardia e mondo produttivo**, contribuiscono a far vincere all'impresa la **sfida dell'innovazione**.

Per questo le aziende entrano sempre più in università, come ha fatto Antares Vision finanziando l'insegnamento in *Machine Learning* e sostenendo il nuovo percorso in *Physics for Technologies and Innovation*, insieme ad Accenture, Bayer, Gefran, Serioplast.

Ma la distanza tra le due realtà si è accorciata anche perché gli studenti fanno esperienza del mondo produttivo già durante il percorso di studi.

Gli iscritti all'insegnamento di *Technologies in Action Lab* (nella laurea magistrale interfacoltà in *Innovation and Technologies Management*) per fare un esempio, lavorano su *case study* delle più innovative aziende del territorio: Camozzi, Castellini, Endosight, E-Novia, Isinnova, Lati, Phononic Vibes, Sew Eurodrive, ThaFabLab, X-Next.

Lo scambio di conoscenze e l'attuazione di progettualità congiunte è un investimento strategico per università e impresa, che genera circolarità di saperi e porta vantaggio a entrambe: una maggior occupabilità degli studenti e una crescente competitività delle aziende.



La ricerca scientifica

1 Dipartimento
Matematica e Fisica
"Niccolò Tartaglia"

2 Centri di ricerca
Centro di ricerca per le applicazioni della matematica e dell'informatica (Mathex)

Interdisciplinary laboratories for advanced materials physics (I-Lamp)

Quello del nuovo campus di Mompiano è un **piccolo villaggio globale della scienza**, che dialoga quotidianamente con **Mit di Boston, Ucla Los Angeles, Università di Cambridge, Max Plank Institute**, solo per citare i più noti avamposti scientifici internazionali. Qui la facoltà dispone di laboratori d'avanguardia, al servizio della didattica e della ricerca, dove si studiano materiali innovativi e quantistici, superconduttori, materiali a base carbonio (grafene, nanotubi) e nanomateriali.

Nel campo della fisica della materia condensata, il **centro di ricerca I-Lamp** (Interdisciplinary Laboratories for Advanced Materials Physics) affronta le sfide nel campo dei materiali innovativi e quantistici. Superconduttori, materiali a base carbonio (grafene, nanotubi), ossidi di metalli di transizione, nanomateriali: sono alcuni esempi di sistemi le cui proprietà possono avere impatto in vari campi, dal trasporto di energia al fotovoltaico, dal bio-medicale alla sensoristica, fino all'analisi dati attraverso il *machine learning*.

Tecnologie quantistiche

Il campus di Brescia è protagonista nello sfruttamento di processi quantistici per creare nuove funzionalità in materiali e dispositivi di interesse tecnologico, manipolando dinamiche elettroniche a livello microscopico e su scale temporali dell'ordine di milionesimi di miliardesimi di secondo. Si studiano materiali di nuova generazione da utilizzare in celle fotovoltaiche super-efficienti, in cui l'energia trasferita dalla luce all'elettrone non venga dissipata in calore, ma completamente trasformata in energia elettrica.

Le funzionalità dei nanocompositi in applicazioni biomedicali

Il **laboratorio di Nanoscienza** studia le proprietà di nanomateriali con innumerevoli applicazioni: rivestimenti battericidi ad ampio spettro, programmabili come durata e intensità dell'effetto a seconda dell'impiego, sia nel contrasto della contaminazione da superfici infette all'interno degli ospedali, sia nella riduzione delle infezioni batteriche nell'implantologia medica; sviluppo di sensori di molecole biologiche e altri dispositivi basati sulla localizzazione del campo elettromagnetico su scala nanometrica; terreni di coltura che proteggono le cellule dai batteri e dall'ossidazione senza l'uso di antibiotici, permettendo la crescita e la rigenerazione dei tessuti applicabili al corpo umano.

Dalle superfici ai dispositivi

Nel laboratorio di Fisica delle superfici e spettroscopia si realizzano diverse interfacce e sensori per applicazioni nel campo dell'energetica e della diagnostica ambientale e medica. L'uso di carbonio nanostrutturato, grafene e nanotubi, e la sua funzionalizzazione con nanoparticelle e macromolecole, permette di conferire alle interfacce le proprietà fisiche ottimali per le applicazioni cui sono destinate. Le ricerche in questo campo stanno portando allo sviluppo di dispositivi destinati alla sensoristica ambientale e, in collaborazione con i medici del Policlinico Gemelli, allo screening dei pazienti in medicina respiratoria.

Analisi dati e *machine learning*

A Mompiano è stata realizzata una rete neurale artificiale capace di analizzare i dati ottenuti dalle spettroscopie a raggi X, riducendo il tempo richiesto per una valutazione completa di uno spettro da 30 minuti a una frazione di secondo. I ricercatori fanno ricorso ad algoritmi capaci di cogliere le correlazioni nascoste fra gli esiti di multiple misure sperimentali, che spesso sfuggono all'analisi umana. Per esempio, per l'identificazione di malattie respiratorie tramite l'analisi del respiro umano, eseguite con sensori di gas multipli (il cosiddetto "naso elettronico").

Ambiente

I **fisici dell'ambiente** misurano e modellizzano scambi di energia, gas e materia tra ecosistemi e l'atmosfera, sulla frontiera degli studi sul cambiamento climatico. Grazie a modelli matematici sono in grado di disegnare gli scenari futuri, alla base di decisioni politiche globali in capo agli Stati e alle Conferenze delle Parti delle Nazioni Unite (Cop). Nell'ambito di progetti di ricerca europei

legati all'inquinamento delle zone alpine o della pianura, analizzano sul campo il comportamento di interi ecosistemi (agricoli o forestali) utilizzando tecniche di micrometeorologia, una branca della fisica dell'atmosfera che studia i moti, prevalentemente turbolenti, che avvengono negli strati più bassi dell'atmosfera. I risultati di questo tipo di ricerca sono utilizzati per la validazione di modelli di deposizione di ozono per la stima dei livelli critici per la vegetazione. Con la medesima tecnica di misura è possibile, inoltre, determinare gli scambi di anidride carbonica e di altri gas serra.

Un altro approccio consiste nel valutare gli effetti di inquinanti sulla vegetazione costruendo ambienti controllati dove vengono alterate le condizioni ambientali, aumentando o diminuendo la concentrazione degli inquinanti.
Nella riserva forestale di **Bosco Fontana**, a **Marmirolo**, in provincia di **Mantova**, una torre che funge da maxi-termometro e analizza i polmoni della foresta padana è stata riconosciuta come sito unico al mondo con misure pluriennali di flussi di ozono su latifoglie decidue.

Avere delle misurazioni consecutive diacroniche permette di valutare la traiettoria evolutiva che prenderà il nostro ecosistema in risposta ai cambiamenti climatici che si stanno manifestando.

A Bosco Fontana, in pochi anni, ci sono già dei segnali di chiaro sbilanciamento che si manifestano nelle cosiddette "mezze stagioni".

I fisici dell'ambiente si occupano anche di studi della qualità dell'aria, utilizzando un laboratorio mobile e un pallone aerostatico in dotazione al dipartimento. Con questi strumenti si effettuano misure dei principali inquinanti sottoposti a controlli per legge, che trovano applicazione nelle valutazioni di impatto ambientale.

Il laboratorio fornisce anche un profilo di concentrazioni integrando queste rilevazioni con semplici misure micrometeorologiche. Produce, inoltre, mappe di rischio a partire da misure di concentrazione di inquinanti mediante tecniche di geostatistica.

Modelli matematici

Di ambiente si occupa anche un progetto di ricerca condotto con la Marina Militare italiana, che ha eseguito la batimetria del lago di Garda, con elaborazioni mai viste per la qualità e i dettagli delle immagini dei fondali. È la base per realizzare una simulazione del moto delle acque, influenzato dalle montagne medio/alte o morene che lo circondano, dalla temperatura, pressione e umidità dell'aria. L'inerzia termica dell'acqua è responsabile di fattori di mitigazione, che consentono a specie viventi di sopravvivere in un ambiente altrimenti ostile (si pensi alla coltivazione dell'ulivo). La temperatura dell'acqua può diventare cruciale in caso di eventi avversi quali la proliferazione delle alghe o la dispersione di inquinanti.

Molte implicazioni del quotidiano partono dalle ricerche compiute nei laboratori della facoltà. Alcuni ricercatori conducono ricerche per descrivere con modelli matematici la meccanica del muscolo, cioè come si comporta il tessuto in alcune situazioni. L'obiettivo è usare il linguaggio matematico per spiegare con formule astratte i meccanismi fisici, ma soprattutto per creare modelli che permettano di simulare alcune situazioni future senza dover utilizzare, in questo caso, esseri umani.

Non mancano, infine, studi di Matematica teorica, come quelli dedicati ad alcune equazioni "nonlocali", sia dal punto di vista dell'esistenza delle soluzioni, sia dal punto di vista della loro regolarità e delle proprietà qualitative. Per verificarne la validità in un punto occorre conoscere i valori della soluzione anche "lontani" da quel punto. Una linea di ricerca che negli ultimi anni è divenuta oggetto di grande interesse nella comunità scientifica internazionale.

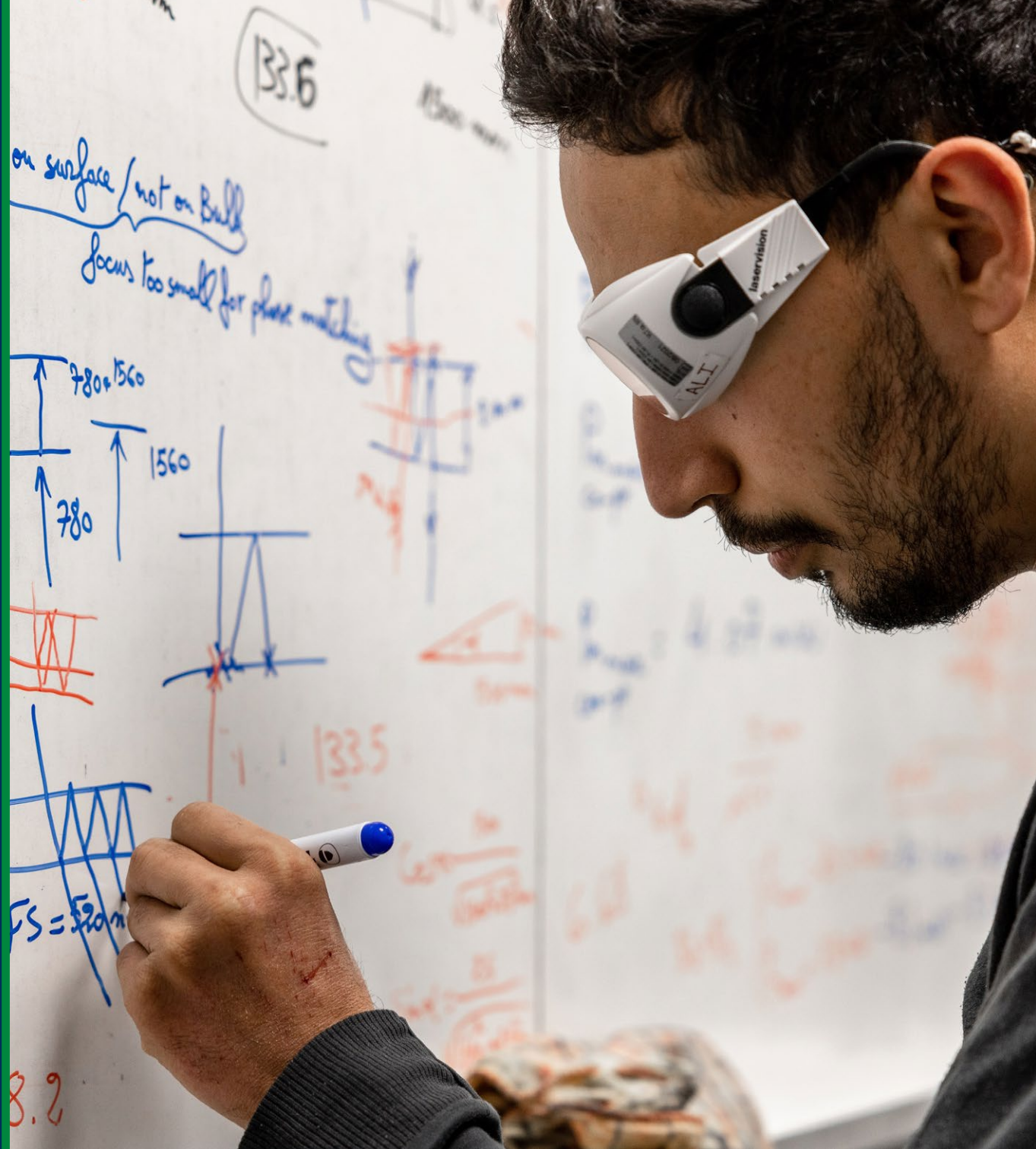
Da Oxford alle Nazioni Unite

Pur essendosi formata intorno a un piccolo gruppo di persone, la comunità scientifica è ormai riconosciuta a livello internazionale. Sia per gli articoli sulle più prestigiose riviste internazionali come *Science, Nature Physics, Physical Review Letters, Nanoletters* e altre pubblicazioni del gruppo *Nature*, dell'*American Physical Society* e dell'*American Chemical Society*; sia grazie al network di ricerca che, in Europa, comprende Oxford, Cambridge, Lione e il Niels Bohr Institute e, in Nord America, i laboratori di OakRidge, l'Università della British Columbia e del Tennessee. E si estende fino al Palazzo di vetro delle Nazioni Unite e alla sede di molte altre prestigiose istituzioni nei cinque continenti.

Emblema della rete globale della facoltà è il **dottorato internazionale in Science**, promosso con Università di Leuven (Belgio), Notre Dame University (Usa) e la Pontificia Universidad Catolica de Chile. Un percorso unico, che ha in **Sonia Freddi** (nella foto alla pagina precedente) uno dei suoi più recenti "prodotti". Tra Brescia e Lovanio ha studiato i sensori di gas attraverso un "naso elettronico", che funziona mimando il sistema olfattivo umano. «I sensori che lo compongono percepiscono le molecole di gas nell'ambiente circostante e sono in grado di riconoscere di che gas si tratta» spiega Sonia.

Le ricadute si applicano a vari campi, a partire da quello medico. Per esempio, nell'analisi del respiro esalato, «una tecnica diagnostica basata sul fatto che la quantità e la qualità delle molecole presenti nel respiro di persone sane differisce da quello delle persone malate. Se si riesce ad associare a ciascuna patologia uno o più biomarcatori e siamo in grado di tracciare la loro presenza nel respiro, possiamo capire se una persona è sana o malata».

Siamo di fronte a «una tecnica economica, non invasiva, in grado di dare ottimi risultati in tempi brevi, che risulta fondamentale nella diagnosi precoce di alcune patologie e potrebbe essere impiegata anche in *test screening*. E, grazie al suo basso costo, potrebbe avere ricadute incredibili anche per la diagnostica nei Paesi del terzo mondo».


133.6
on surface / not on Ball
focus too small for phase matching
780+1560
1560
780
133.5
8.2
laservision
ALI

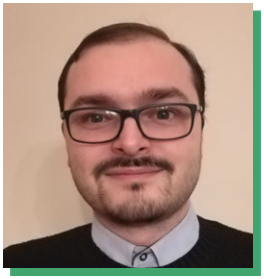
I nostri migliori numeri

Angelo Ziletti

Dalla fisica computazionale studiata nel campus di Brescia alla fisica dell'intelligenza artificiale da applicare in campo medico. Per diventare *Senior Data scientist* alla Bayer di Berlino, Angelo è passato prima da un dottorato alla Boston University, e da numerose collaborazioni di ricerca, da Dublino a Singapore, da Friburgo alla Max Planck Society della capitale tedesca. «Alla Bayer mi occupo di modelli di intelligenza artificiale applicati a grandi quantità di testo. Ho appena sviluppato un algoritmo che estrae automaticamente informazioni mediche dalle centinaia di migliaia di domande che l'azienda riceve ogni anno da pazienti, dottori e operatori sanitari sui propri prodotti. L'obiettivo è concorrere alla tempestiva individuazione di problemi della catena produttiva, anticipazione di eventi di mercato, miglioramento di materiale didattico, potenziali cambiamenti nel modello di trattamento o anche suggerimenti su nuove possibili indicazioni da investigare».

Anna Lombardi

Una ricercatrice di nanoparticelle, per sei anni impegnata nei laboratori di Lione e di Cambridge, dopo la formazione in Fisica a Brescia. Con l'approdo, apparentemente inusuale, a Londra alla redazione di *The Times*, come *data journalist*. Dopo molti anni passati in laboratorio, si è appassionata alla comunicazione scientifica, ha frequentato un master biennale dedicato e alla prima candidatura è stata subito accolta della prestigiosa testata britannica che punta decisamente sul *data journalism*. «Raccolgo dati, li elaboro, li trasformo in notizie e grafiche utili per i lettori. Molte storie sono basate su fatti complessi e la capacità di renderli fruibili è il mio lavoro, soprattutto ai tempi dell'emergenza Coronavirus ma anche di fronte alle grandi sfide internazionali alla sicurezza. La mia formazione in fisica è determinante, perché mi ha insegnato il rigore scientifico, la curiosità, il farsi sempre domande e non fermarsi mai alla prima risposta».



Roberto Belleri

A solo tre mesi dalla laurea magistrale in Matematica per le applicazioni economiche, finanziarie e per l'impresa, con tesi su un lavoro di analisi dati, è entrato, prima come stagista e poi come dipendente, nell'area Digital del Gruppo Camozzi, con altri suoi compagni di studi, tutti appassionati di algoritmi e di *machine learning*. Roberto lavora alla realizzazione di sistemi cyber-fisici end-to-end dedicati, che incorporano sensori e componentistica Camozzi (o terze parti), in grado di integrare in modo immediato dati di processo complessi nell'infrastruttura gestionale aziendale e nel cloud. «In pratica, sono un data scientist su applicazioni 4.0 per le macchine industriali e mi occupo, in particolare, dello sviluppo di algoritmi con tecniche matematiche, statistiche e di *machine learning*, rivolti alla manutenzione predittiva dei macchinari e/o all'ottimizzazione dei processi industriali».

Laura Ziche

Anche con la matematica ci si può divertire. Lo dimostra, con la sua passione, Laura Ziche, laureata in Matematica e insegnante al liceo delle Scienze applicate Leonardo di Brescia. Ogni anno porta i suoi studenti sui gradini più alti del podio della "Disfida matematica", la gara a squadre, riservata alle scuole secondarie superiori della provincia, coronata, per i migliori, dalla partecipazione alle Olimpiadi di Cesenatico. Un modo diverso per affrontare questa disciplina, che ancora troppi considerano noiosa. La gara promuove tra i ragazzi l'attitudine al lavoro di squadra, fondamentale in alcuni campi lavorativi e anche nella ricerca scientifica. E, negli ultimi anni, con la "Disfida al femminile" si è aperta la porta della sensibilizzazione delle ragazze al mondo Stem. Con risultati invidiabili, a giudicare dalle tante vittorie delle sue studentesse.

Andrea Sterzi

Laureato in Fisica, con un PhD al Sincrotone di Trieste e un post-doc al centro di ricerca federale svizzero per la scienza dei materiali e della tecnologia "Empa", oggi è uno *spectroscopic engineer* per la startup elvetica *Spiden,* dove lavora nel gruppo di ricerca e sviluppo. Il suo compito è creare in laboratorio strumenti in grado di misurare, tramite tecniche di spettroscopia, diversi indicatori nel sangue. «Esistono già dispositivi e smart watch in grado di leggere alcuni valori a livello sanguineo. Ma noi stiamo lavorando per creare una tecnologia in grado di fornire direttamente valori finora accessibili solo attraverso le normali analisi da laboratorio. Monitorare la presenza di zuccheri o antibiotici nel sangue o nell'urea avrà un enorme impatto in diversi ambiti medici e nelle frontiere della telemedicina».

Mirco Chiodi

Un fisico da laboratorio convertito alla ricerca e sviluppo in azienda. Dopo gli studi in fisica a Brescia, un dottorato a Milano e uno alla University of Knoxville (Usa), ha lavorato al KmRosso, dove ha sviluppato materiali carboceramici per applicazioni automotive, e ha operato per quattro anni in Svizzera come R&D project manager. Ora è responsabile a Milano del centro ricerca e sviluppo di Camozzi, gruppo leader nell'automazione con sedi in tutto il mondo. «Nella mia vita professionale uso tutti i giorni i concetti che ho imparato durante gli studi. Dalle tecnologie del vuoto, ai film sottili che studiato per le tesi; dai materiali ceramici a quelli plastici; dalle proprietà termiche a quelle di durezza e stabilità chimica. Questo mi ha permesso di confrontarmi con il mondo industriale e avvicinarmi alle esigenze della ricerca applicata e mi consente oggi di comprendere le esigenze del mondo della ricerca istituzionale e quelle della ricerca applicata e industriale».

Verso il futuro

Osservare la realtà, sviluppare modelli interpretativi e utilizzarli per affrontare sfide nuove: è il grande valore culturale delle discipline scientifiche tradizionali. Ed è l'essenza stessa del metodo scientifico, chiamato ora a misurarsi con una complessità senza precedenti. Per fortuna sono aumentati a dismisura anche gli strumenti dello scienziato: le "**scienze dei dati**" e le tecniche di "**intelligenza artificiale**" permettono di analizzare una mole di informazioni e di affrontare problemi che il processo classico di osservazione e modellazione non sarebbe più in grado di gestire. **Il futuro chiede di trovare una sintesi tra le capacità di analisi delle scienze tradizionali e le tecnologie emergent**i e di formare studenti che possano combinare strumenti matematici, fisici e informatici in maniera flessibile e aperta ad affrontare le sfide nei settori ad alto contenuto tecnologico. L'Università Cattolica è un terreno formidabile per far germogliare e crescere questi semi: le grandi competenze nel campo delle scienze naturali si combinano con una tradizione fortissima nel mondo dell'economia, della finanza e del management ma, anche della medicina e della cura della persona.

La facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, al giro di boa dei primi cinquant'anni, sarà sempre più perno di nuovi percorsi di studio che permetteranno di sviluppare i propri talenti in maniera integrata, aprendo nuove strade di innovazione, grazie agli strumenti sviluppati dalla matematica, dalla fisica e dall'informatica. Perché non resti un'operazione a tavolino, **i nuovi percorsi formativi dovranno costruirsi su un'attività di ricerca ai massimi livelli**. La ricerca, infatti, non solo favorisce lo sviluppo di competenze all'avanguardia all'interno di una rete internazionale ma permette agli studenti di fare esperienza pratica e operativa dell'integrazione dei saperi che contraddistingue il nostro Ateneo. La combinazione di tecniche matematiche, di tecnologie quantistiche e materiali innovativi, di analisi e approcci basati sull'intelligenza artificiale, sarà il motore di un'attività costante di innovazione che, attraverso il dialogo con le più importanti realtà produttive del nostro territorio, accompagnerà i nostri studenti nei prossimi anni. È questa la **formula del futuro**.

Questo report è stato stampato con carta
Fedrigoni X-per completamente biodegradabile e riciclabile

UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

brescia.unicatt.it