



#### **Premio eccellenza**

Il Ministero ha assegnato  
un finanziamento extra  
all'Università di Pavia

#### **I 5 dipartimenti**

Biologia e Biotecnologie,  
Fisica, Matematica  
Medicina Molecolare  
e Studi Umanistici

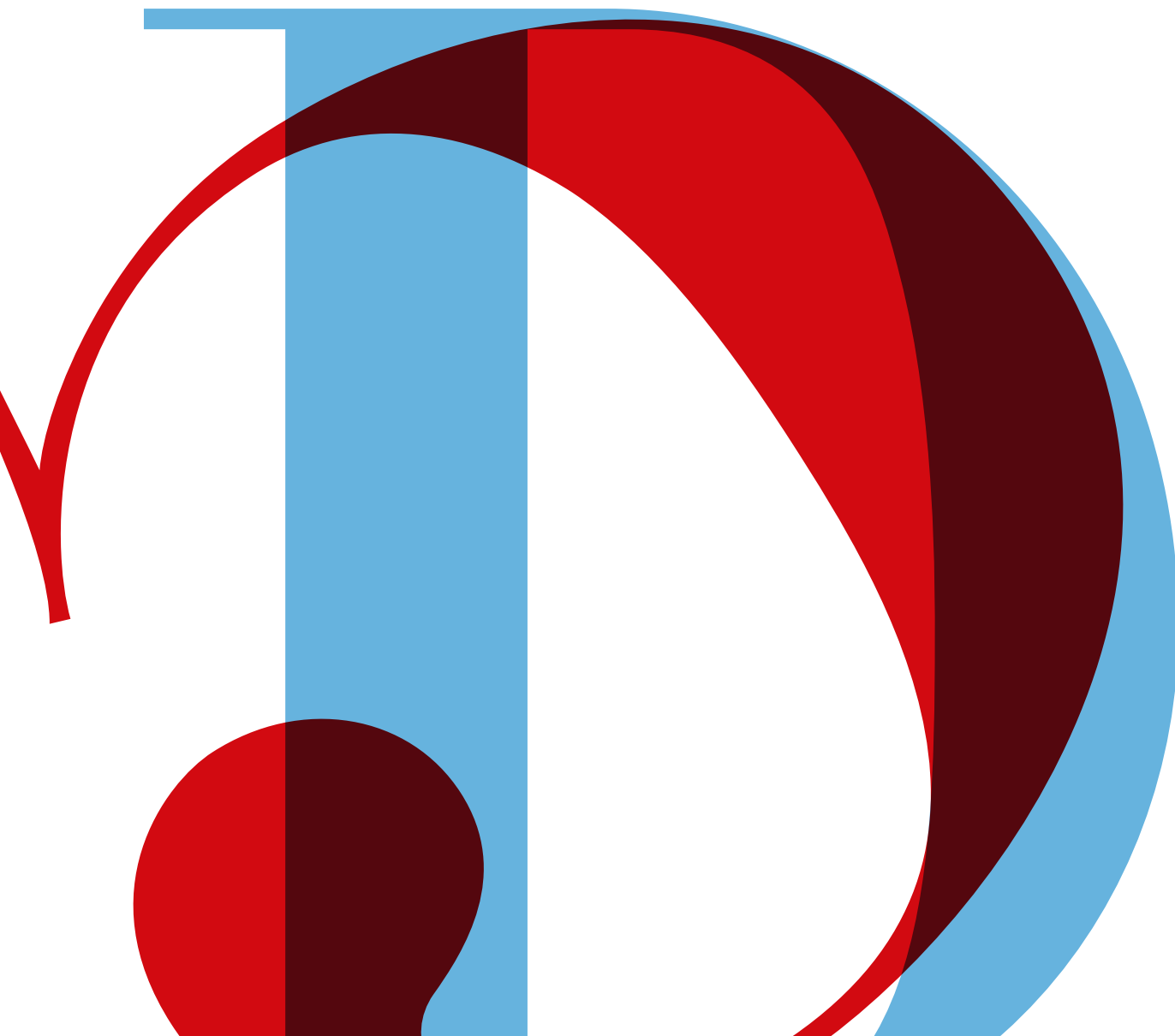
#### **37,4 milioni**

Il contributo per assunzioni,  
borse di studio, dottorati,  
facilities e didattica

# ricerca

## @unipv

**3/**luglio 2018





---

## editoriale

**Fabio Rugge**

Rettore dell'Università di Pavia

Presentiamo in queste pagine alcuni dei nostri gioielli. Parlo di quei progetti di ricerca della nostra università che, quest'anno, hanno ricevuto speciale riconoscimento e fondi speciali dal Ministero per l'Università e la Ricerca scientifica. Si tratta di cinque tracciati, ciascuno appartenente a uno dei diciotto dipartimenti dell'Ateneo. Sono esplorazioni che vanno dalla matematica agli studi umanistici, dalla medicina traslazionale alla fisica, alle biotecnologie. Rappresentano lo straordinario spettro multicolore delle competenze presenti nel nostro Ateneo.

È giusto dunque dedicare ai nostri studiosi e ai nostri studi di punta questo fascicolo. È il terzo della serie iniziata nel 2017. È rinnovato nella grafica, per cercare così di essere all'altezza delle eccellenze scientifiche che presentiamo. Vorrei solo ricordare che attorno ad esse c'è un panorama di ricerca in movimento, in continuo dialogo e scambio con quegli atelier su cui ora si concentrano i riflettori. L'eccellenza solida, fruttuosa, durevole nasce solo in contesti vitali e ariosi, come quello offerto dalla nostra Università.

---

## sommario

**2**

**Dipartimento  
di Biologia e Biotecnologie  
"L. Spallanzani"**

**8**

**Dipartimento  
di Fisica**

**14**

**Dipartimento  
di Matematica**

**20**

**Dipartimento  
di Medicina Molecolare**

**26**

**Dipartimento  
di Studi Umanistici**

# Le sfide della Biologia e delle Biotecnologie nel Terzo Millennio

Intervista a

**Alessandra Albertini**

Direttore del Dipartimento  
di Biologia e Biotecnologie  
"L. Spallanzani"

Con il finanziamento ottenuto dal MIUR cosa inizierete a sviluppare?

"Il Dipartimento di Biologia e Biotecnologie (DBB), come tutti i Dipartimenti d'eccellenza è coinvolto in una serie di diversi interventi che riguardano la ricerca, la didattica, la terza missione e la loro sostenibilità nel quinquennio 2018-2022. Queste iniziative sono partite da poche settimane in modo coordinato, una volta conosciute modalità e tempistica d'erogazione del finanziamento.

Una parte della somma sarà subito dedicata sia alla acquisizione di risorse umane, quindi al reclutamento, che nel caso nostro è prevalentemente orientato a figure nuove, di giovani: 2 Ricercatori a Tempo Determinato di tipo B (RTDB), 1 Professore Associato con competenze bioinformatiche, cui sarà affiancato 1 Ricercatore a Tempo Determinato di tipo A (RTDA), assegnisti di ricerca, anche in questo caso, a tempo determinato di tipo A e B e 1 Tecnico di Ricerca.

Contemporaneamente auspichiamo che si possa iniziare ad acquisire le strumentazioni

e le infrastrutture che per un Dipartimento scientifico sono essenziali e che costituiscono per il DBB un investimento di quasi 2.5 milioni di euro. Queste acquisizioni non è pensabile possano avvenire in unica risoluzione, ma contiamo sul fatto che l'Ateneo, che ha messo a disposizione parte del suo budget del 2018 per il finanziamento per acquisto di grandi attrezzature che andranno ad implementare quelle derivanti dai finanziamenti dei Dipartimenti d'eccellenza, possa accelerare i tempi di installazione di questi nuovi strumenti di avanguardia."

Per quanto riguarda la didattica come pensate di muovervi?

"Dal punto di vista della didattica non incrementeremo l'offerta formativa perché riteniamo che i 6 corsi di studio (2 Lauree Triennali e 4 Lauree Magistrali di cui 1 in inglese) che afferiscono al nostro Dipartimento rappresentino bene le competenze presenti, a fronte della richiesta di laureati nelle discipline che ci caratterizzano.

Quello che noi vogliamo fare è dedicare una crescente attenzione alla didattica post-laurea con borse di dottorato tematiche, con l'internazionalizzazione dei corsi di laurea magistrale in Neurobiologia e Molecular Biology and Genetics, con tirocini formativi in azienda per la Laurea Magistrale Plus in Biotecnologie Avanzate, con la stipula di nuove convenzioni che riguarderanno anche i percorsi di dottorato e la creazione di nuove aule informatizzate. Noi siamo sede del Dottorato in Genetica e Biologia Molecolare e Cellulare, nato con le prime scuole di dottorato italiane e che ha molto successo, e siamo anche la sede



dove operano docenti, tra cui il coordinatore, del Dottorato IUSS in Scienze Biomolecolari e Biotecnologie di Pavia. Intendiamo stipulare nuove convenzioni con enti di ricerca all'estero e rafforzare le partnership con istituzioni prestigiose sull'esempio della convenzione attiva con l'Institut Pasteur di Parigi. Poi è nostra intenzione rafforzare l'internazionalità per le lauree magistrali in inglese e di Neurobiologia attraverso la stipula di contratti temporanei con Visiting Professor che provengano dall'estero e con borse di studio per studenti stranieri che faciliteranno la loro permanenza a Pavia."

#### Per il reclutamento del personale come pensate di muovervi?

"Il DBB si è aggiudicato un finanziamento di 7.3 milioni di euro per il quinquennio 2018-2022. Poiché il DBB co-finanzia il progetto con risorse proprie per un importo di poco inferiore a quello del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), l'investimento complessivo è in realtà di oltre 14 milioni di euro nei prossimi 5 anni. Nel triennio circa 10 milioni da finanziamento MIUR o cofinanziamento di Ateneo o proprio, sono dedicati al reclutamento.

Sono previsti alcuni avanzamenti di carriera, ma come già sottolineato, per noi è fondamentale il reclutamento di figure giovani da ricercatori a tempo determinato, RTD di tipo B o A e professori associati. Questa scelta discende dal fatto che il successo che il Dipartimento ha avuto con questo finanziamento è legato alla politica, seguita da quando il DBB si è aggregato, basata sulla chiamata di figure dall'estero o da altre

sedi che ci hanno garantito di fare ricerca e didattica a Pavia.

Ricordo alcuni esempi di questa strategia di reclutamento in ordine 'storico' dalla nascita del DBB nel 2012. Federico Forneris giovane e brillante ricercatore che lavorava in Olanda, è stato ingaggiato grazie al contributo dell'Armenise Harvard Foundation, rafforzato dal programma Rita Levi-Montalcini ora è già Professore Associato. Ha acquisito con le sue forti capacità propositive ed innovative, oltre che con il suo impegno nella ricerca, una ragguardevole quantità di finanziamenti (oltre quelli citati, anche da AIRC e Fondazione Cariplo). Quindi, come sempre dovrebbe accadere nell'economia della ricerca, ha moltiplicato quello che era l'investimento iniziale della Fondazione Armenise-Harvard in maniera più che virtuosa anche con la capacità di richiamare dall'estero altri più giovani collaboratori.

Un'altra figura che voglio ricordare è quella di Mariangela Bonizzoni, che da ancor più tempo era fuori dai confini nazionali: l'abbiamo chiamata come Professore Associato dagli Stati Uniti, e immediatamente, pochi mesi dopo aver preso servizio a Pavia, ha vinto un bando europeo ERC ed il finanziamento molto ambito dello Human Frontiers Science Program (HSFP), oltre ad altri finanziamenti ministeriali. Anche nel suo caso abbiamo avuto modo di verificare l'effetto moltiplicatore della scelta di qualità nel reclutamento e nell'investimento in ricerca.

Ancora, mi piace ricordare Davide Sassera, che diventerà a breve Professore Associato, è arrivato con un finanziamento per giovani del MIUR da un altro Ateneo: anche lui dopo

**Il Team del  
Dipartimento**

poco tempo ha 'moltiplicato' la cifra iniziale, che gli aveva dato la possibilità di istituire la sua posizione di RTDA, grazie di nuovo, allo Human Frontiers Science Program e alla Fondazione Cariplo.

Poi vi è una seconda categoria di figure particolarmente meritorie che sono i nostri Post-Doc, che, in questa critica fase del sottofinanziamento sia della ricerca sia del turn over del personale di Ateneo, abbiamo reclutato nel DBB con i nostri fondi. Il DBB è riuscito ad ottenere e ad incrementare i fondi di ricerca in questi 6 anni, con notevoli risultati. Diversi Post-Doc sono giovani più che promettenti con un curriculum da RTDB o A: alcuni hanno meno di 35 anni e hanno saputo procurarsi finanziamenti propri. Ma non tutti sono entrati o entreranno nella carriera universitaria seppure con posizione precaria, come quella di ricercatore a tempo determinato, ma di ruolo accademico. Per questo tipo di figure di giovani ricercatori il nostro progetto di eccellenza prevede la possibilità, nell'arco dei prossimi anni, di una stabilizzazione, purtroppo però, non per tutti. Contiamo sul fatto che ci sia da parte dell'Ateneo e da parte del Dipartimento l'opportunità di poter offrire loro posizioni adeguate.

La precarietà rende più difficile l'essere destinatari e responsabili di finanziamenti importanti. Infatti i Post-Doc, spesso borsisti o assegnisti, non hanno una posizione autonoma e quindi non possono accedere a finanziamenti ministeriali, come i PRIN o di altra provenienza, nazionali e non. Questo è l'obiettivo di valorizzazione delle persone giovani che abbiamo in Dipartimento e che il progetto di eccellenza aiuterà a realizzare, anche grazie all'acquisizione di strumenti e di infrastrutture a supporto delle loro proposte di finanziamento della ricerca. Parallelamente il DBB ha intenzione di continuare comunque la politica delle chiamate dall'estero di figure di rilievo, soprattutto per le fasce più alte, professori ordinari e associati. Ma come è giusto che sia, non ci dimentichiamo di chi è già da tempo nel DBB: questo bonus premia la qualità della nostra ricerca. L'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) ha utilizzato criteri che sappiamo non essere pienamente condivisibili, ma che tuttavia rappresentano il solo strumento, attualmente disponibile per dimostrare la qualità di quanto si è fatto per accedere alle risorse dello Stato.

Quindi tutti coloro che hanno contribuito a ottenere questa qualificazione di eccellenza tra i dipartimenti statali italiani dell'area biologica, sono ricercatori, docenti e tecnici-amministrativi che dovranno essere premiati, laddove possibile attraverso l'avanzamento di carriera, o mediante la quota di finanziamento dedicata alla premialità."

### Avete dato un nome specifico al progetto di eccellenza?

"No, non abbiamo voluto dare un titolo specifico, piuttosto abbiamo voluto che il progetto presentato fosse caratterizzato dal confronto dall'integrazione in 4 delle tematiche tra quelle incluse nelle 'Societal Challenges' di Horizon 2020.

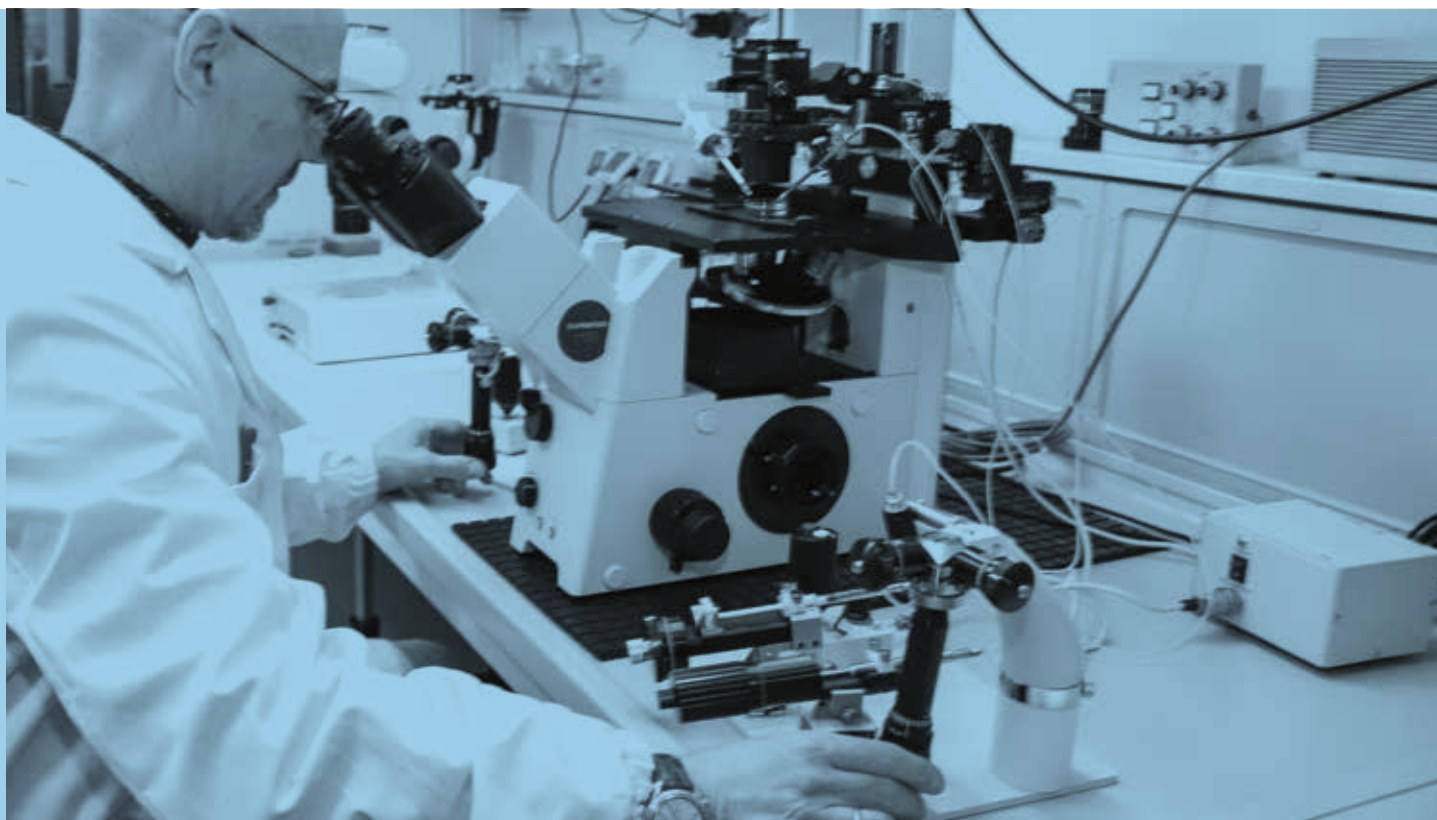
Siamo alle soglie di un'ulteriore evoluzione nella ricerca biologica e biotecnologica, quindi è sempre di più necessaria la trasversalità fra le diverse discipline biologiche: la fortuna del nostro dipartimento è anche dovuta alla sua multidisciplinarietà. Nel Dipartimento sono presenti 11 settori scientifici, quindi il grosso sforzo nella fase propositiva è stato dedicato a creare nel progetto integrazione e ottimali opportunità per tutti questi settori; se da un lato il programma può apparire dispersivo, dall'altro è risultato più coinvolgente. In tal modo abbiamo più possibilità di collaborare con altri Dipartimenti, Istituti e Centri di Ricerca, a Pavia o di altre Università.

Noi partecipiamo a 3 dei 5 progetti strategici tematici dell'Ateneo: quello che riguarda il Cancro, quello che riguarda le Tecnologie per la Salute, quello che riguarda le Migrazioni, 3 ambiti che rientrano in 2 dei temi del progetto. Il tema della Salute in età avanzata, che oltre a coinvolgere le competenze del DBB attive nel tema strategico del Cancro, trae vantaggio dalla multisettorialità del DBB per indagare le basi molecolari e cellulari di altre patologie legate all'invecchiamento: malattie cardiovascolari, neurodegenerative, infertilità. Il tema delle Migrazioni che è quello su cui il corrispondente 'Piano strategico tematico' di Ateneo aveva già investito per il reclutamento di un'altra delle figure giovani entrate in Dipartimento negli ultimi 3 anni. Il Professor Alessandro Achilli è infatti arrivato al DBB da altro ateneo grazie al finanziamento del piano strategico delle Migrazioni.

Il tema della Resistenza agli antibiotici affronta un problema molto attuale che si presta a collaborazioni anche con altri dipartimenti dell'Università di Pavia e che fa parte comunque di uno dei filoni culturali tradizionali di questo Dipartimento, quello della ricerca in campo microbiologico, della genetica e della genomica dei microorganismi. L'ambito delle Biotecnologie vegetali, che fa parte della quarta tematica, la Sostenibilità ambientale, riceverà, grazie al piano dell'eccellenza, un sostegno infrastrutturale attraverso la realizzazione di una serra e il parziale ripristino delle sue competenze, con il reclutamento di un RTDB cofinanziato dall'Ateneo. Il bando per tale posizione è da poco stato pubblicato e con 2 altre posizioni per RTDB dedicate all'Entomologia ed alla Microbiologia: di fatto, siamo partiti nella realizzazione del progetto.

Già nel 2018-2019 realizzeremo buona parte delle assunzioni che sono in programma in





base al progetto realizzando nel biennio, e poi nel triennio, alcuni avanzamenti di carriera, con risorse di Ateneo, per quei ricercatori e docenti che hanno meritoriamente contribuito alla qualità del Dipartimento.”

### Come investirete la somma dedicata alle infrastrutture?

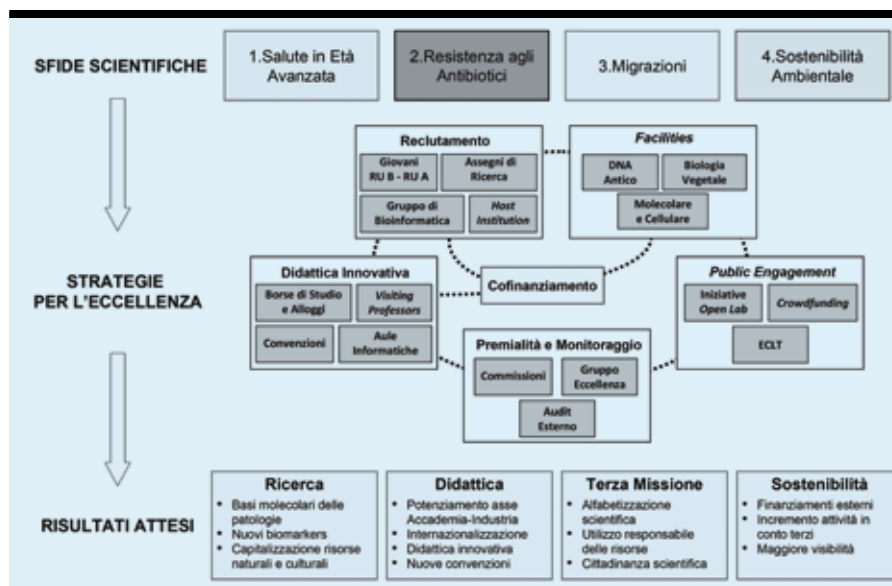
“Una parte del progetto prevede sicuramente degli interventi anche di tipo edilizio: come accennato, dobbiamo costruire una serra grazie all’Area Tecnica abbiamo individuato quale può essere l’area di giacitura. Pur essendo una serra prefabbricata molto piccola, di meno di 100 mq, che richiede semplici interventi edilizi e tecnici, dal punto di vista dei permessi è come costruire un edificio ex novo e richiederà 1 anno per la sua realizzazione. Nel progetto è anche prevista subito la realizzazione del ‘Laboratorio del DNA Antico’: per l’installazione dell’attrezzatura specifica delle ‘clean rooms’ abbiamo individuato spazi adatti nelle aree dipartimentali che richiedono pochi interventi edilizi, tra le ‘facilities’ strumentali che proponiamo per il Laboratorio di Biologia Cellulare e Molecolare, si acquisirà strumentazione di microscopia ottica avanzata con risoluzione al di sotto dei 50 nanometri e del microscopio elettronico Cryo-TEM. Esso è lo strumento tecnologicamente essenziale, nei prossimi anni, per molti gruppi del DBB e di altri dipartimenti, che consentirà la ricostruzione strutturale di macromolecole o complessi macromolecolari, con una risoluzione che può arrivare a pochi Amstrong. Quindi, per queste 2 tipologie di attrezzature,

abbiamo già individuato gli spazi che saranno condivisi con altri dipartimenti e gestiti dal Centro Grandi Strumenti, nello spirito di condivisione e di ottimizzazione dell’utilizzo delle nuove apparecchiature. Infatti il rischio, per investimenti su strumentazioni di questo genere con costi milionari, è quello di acquisire strumenti che siano poco utilizzati e che invecchino rapidamente.

Dispositivi di questo valore, se poco utilizzati, non consentono di fare correttamente le manutenzioni, gli aggiornamenti, e soprattutto non stimolano nella comunità scientifica quello spirito di collaborazione con cui si finanzia l’inevitabile sostituzione, il giorno in cui lo strumento sarà non più ottimale, sia per capacità di risoluzione, sia per i costi di manutenzione.

Più ampia è la comunità di coloro che utilizzano questi strumenti, più cresce la capacità progettuale e la possibilità di investire in nuovi progetti di eccellenza. La velocità di miglioramento delle tecnologie e della strumentazione di tipo biologico è rapidissima: non dico rapida quanto quella dei ‘device’ informatici, ma comunque molto simile. Quindi è utile condividere con l’Ateneo: perciò abbiamo particolarmente apprezzato la scelta del Rettore e dei suoi Pro Rettori di investire tempestivamente, e per la prima volta da un decennio, in ‘facilities’ per la ricerca, a complemento dei finanziamenti ministeriali dell’eccellenza previsti per strumenti.”

**Laboratorio di  
Biologia dello  
Sviluppo**



Pagina a fronte:  
stralcio di una  
recente "Perspective"  
sull'Archeogenomica

A destra:  
"Laboratorio del  
DNA Antico", cranio  
di Nativo Americano  
precolombiano

## IL DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA TRA I 180 DIPARTIMENTI



Il Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "Lazzaro Spallanzani" dell'Università di Pavia (<http://dbb.unipv.it>) è una realtà scientifica multidisciplinare di circa 230 persone tra docenti, assegnisti, borsisti, dottorandi, tecnici-amministrativi e studenti interni. Con il progetto "Dipartimenti di eccellenza" il MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca <http://www.miur.gov.it/web/guest/dipartimenti-di-eccellenza>), ha individuato i 180 Dipartimenti statali che spiccano per qualità della ricerca e per il progetto di sviluppo futuro, e tra questi il DBB si è aggiudicato un finanziamento di 7.3 milioni di euro per il quinquennio 2018-2022. Poiché il DBB co-finanzia il progetto con risorse proprie per un importo di poco inferiore a quello del MIUR, l'investimento complessivo è in realtà di oltre 14 milioni di euro nei prossimi 5 anni. Il progetto presentato si confronta con 4 grandi tematiche tra quelle incluse nelle "Societal Challenges" di Horizon 2020 (<https://tinyurl.com/h2020-challenges>) e prevede l'attivazione di 'core facilities' d'avanguardia, il reclutamento di personale altamente qualificato, con l'attivazione di numerose posizioni per giovani ricercatori, e una crescente attenzione alla didattica post laurea. Considerando l'importanza sociale delle sfide proposte, il progetto prevede iniziative orientate alla diffusione della conoscenza biologica e all'utilizzo responsabile delle biotecnologie nel contesto regionale e nazionale.

### Salute in età avanzata

Il nostro Paese è il secondo a livello mondiale in longevità, con una speranza di vita alla nascita di 83 anni. L'invecchiamento non costituisce di per sé una patologia, ma si accompagna spesso a processi patologici, anche cronici. La multisettorialità del DBB offre il vantaggio di poter indagare le basi molecolari di numerose patologie legate all'invecchiamento, tra cui le malattie cardiovascolari, quelle neurodegenerative, l'infertilità e il cancro. Tramite un approccio integrato, saranno identificate nuove strategie per migliorare la salute in età avanzata anche mediante trattamenti farmacologici innovativi, approcci molecolari di 'drug discovery' e 'drug design' e terapie cellulari.

### Resistenza agli antibiotici

L'uso intensivo e spesso inappropriato degli antibiotici ha drammaticamente aumentato l'insorgenza di ceppi di patogeni resistenti. In Italia il 7-10% dei pazienti ospedalizzati contrae un'infezione batterica multiresistente. Su questo versante, le attività del DBB prevedono analisi di tipo genomico di ceppi batterici responsabili delle infezioni nosocomiali, con l'obiettivo di creare modelli bioinformatici per la predizione della comparsa e diffusione di eventi epidemici e l'identificazione di nuovi bersagli molecolari per la ricerca di strategie terapeutiche o preventive. Lo studio dei meccanismi di resistenza agli antibiotici favorirà la scoperta e la caratterizzazione di nuove molecole antibatteriche.

*La realizzazione di questo progetto consentirà al DBB dell'Università di Pavia di mantenere la sua posizione di eccellenza nel contesto italiano e di essere un punto di riferimento internazionale nelle Scienze Biologiche e nelle Biotecnologie.*



## INSIGHTS | PERSPECTIVES

## GENETICS

## Ancient human genomes—keys to understanding our past

Ancient genomes from different times and continents are helping to understand past human migrations

By Alessandro Achilli, Anna Olivieri, Ornella Semino, Antonio Torroni

In 2000, when the term “archaeogenetics” (1) was initially proposed to describe the study of the human past by using the techniques of molecular genetics, ancient DNA studies were in their infancy. At

peopled in the second half of the 9th century by Vikings and their slaves who were mostly from Norway and the British-Irish Isles. The skeletal remains were selected for DNA studies because archaeological and radiocarbon dates indicated that they were from the earliest settlers of Iceland. The genomes show that first-generation settlers



Dipartimento di Biologia e Biotecnologie, Università di Pavia, 27100 Pavia, Italy. Email: antonio.torroni@unipv.it

964 1 JUNE 2018 • VOL 360 ISSUE 6392

# E BIOTECNOLOGIE “L. SPALLANZANI” DI ECCELLENZA 2018-2022



### Sostenibilità ambientale

La riduzione nel consumo delle risorse naturali, lo sviluppo di materiali innovativi a basso consumo energetico e ridotto impatto ambientale, il riutilizzo efficiente ed ecosostenibile sono urgenze che le biotecnologie industriali, vegetali e la chimica verde devono affrontare.

Il DBB ricerca il miglioramento della gestione delle risorse biologiche rinnovabili, generando nuove molecole ed enzimi che facciano da traino allo sviluppo di un modello di economia sostenibile ('green economy').

### Migrazioni

I flussi di migrazione umana, ascrivibili a cause economiche e sociali, stanno ridisegnando la geografia politica e identitaria mondiale. Tuttavia, le migrazioni sono una caratteristica tipica della nostra specie e le popolazioni attuali sono il risultato genetico di eventi migratori del passato. L'Italia è ricchissima di reperti biologici risalenti a epoche e civiltà diverse, in una sequenza cronologica che non ha eguali nel mondo. Questo 'capitale paleogenomico' nazionale è per ora quasi inesplorato a causa della scarsità di laboratori specializzati nell'analisi del DNA da reperti archeologici. Al tempo stesso, questi movimenti di massa, associati anche al cambiamento ambientale, stanno allargando l'areale di distribuzione di insetti, parassiti e patogeni, esponendo la popolazione europea a nuove malattie. La velocità di espansione e l'assenza di specifici farmaci o vaccini contro la maggior parte delle malattie trasmesse rendono indispensabili strategie di controllo numerico e qualitativo dei vettori.

### Le infrastrutture

Il progetto prevede la creazione di una “Facility di Biologia Molecolare e Cellulare”, con strumenti di ultima generazione e ad altissima risoluzione, una “Facility di Biologia Vegetale”, comprensiva di una serra per la coltivazione di piante in ambiente controllato, un “Laboratorio del DNA Antico”, il primo dell'Italia nord-occidentale, e una ‘facility’ specializzata per lo studio di patogeni trasmessi da punture di insetto. Questa piattaforma infrastrutturale di avanguardia permetterà ai nostri ricercatori di indagare a tutti i livelli di risoluzione: dalla singola molecola, alla singola cellula, ai tessuti di piante e animali, alle popolazioni.

# Un progetto che esplora i vari ambiti della Fisica: dalla biomedica alla quantistica

**A**

quanto ammonta il finanziamento che avete ricevuto?

“Il finanziamento è di circa 7.3 milioni di euro. Una parte di questo finanziamento è destinato alle posizioni di ricercatori e professori, che sono finanziate per 15 anni dal Ministero e poi lo saranno dall’Ateneo. Avremo 1 Professore Ordinario, 2 Ricercatori di tipo B e 1 di tipo A, 2 assegni di ricerca e 2 borse di dottorato.

Fare un buon reclutamento è il presupposto per fare una buona ricerca. Allestiremo nuovi laboratori per circa 2.8 milioni di euro. Metteremo a disposizione non solo del progetto, ma anche dell’Ateneo, un tomografo preclinico a risonanza magnetica, poi verrà costruito da noi in Dipartimento un nuovo tipo di spettrometro a scintigrafia che verrà usato per monitoraggio dell’assorbimento del boro 10 nei tessuti tumorali e infine verrà realizzato un laboratorio interamente nuovo di ottica quantistica.

Sostanzialmente sono queste le 3 iniziative sperimentali che esauriranno l’impiego dei fondi di laboratorio del progetto.”



**Q**ual è il titolo del progetto presentato al MIUR?

“Il progetto ha 2 titoli ‘Fisica Biomedica per la Terapia e la Diagnostica dei Tumori’ e ‘Fisica Quantistica (fondamenti e tecnologie)’.

Nell’ambito della Fisica Medica si realizzeranno 2 nuovi tipi di diagnostica e si studierà l’accoppiamento dell’adroterapia neutronica con l’ipertermia, prevedendo una possibile collaborazione con il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO). Questo accoppiamento rappresenta una linea di ricerca interamente nuova, un’impresa non priva di incertezze, ma che ci sentiamo di intraprendere sulla base delle eccellenze che abbiamo già raggiunto in questo settore.

La parte di Meccanica Quantistica è legata invece allo studio dei fondamenti e allo sviluppo di nuove tecnologie. Questo ramo della fisica si sta spostando dai laboratori di fisica, dove è stato confinato per quasi un secolo, alle tecnologie moderne e quindi è un treno da non perdere, visto anche il forte finanziamento pubblico.

Lo studio dei fondamenti teorici essenziali per poter pilotare le applicazioni e la costruzione del laboratorio legato alle applicazioni e alle ricadute sulle future tecnologie saranno un potenziamento delle eccellenze già esistenti in Dipartimento.”

**Novità per quanto riguarda la Didattica?**

“Per la didattica abbiamo nella parte di Fisica Medica 1 nuovo corso e nella parte di Fisica Quantistica un indirizzo nuovo. Sosterremo questo potenziamento con 2 borse di dottorato e 1 assegno di ricerca. Entro i primi 2 anni la didattica dovrebbe andare a regime sia a livello di corsi che di dottorato.

Prevediamo anche l’attivazione di una Scuola internazionale, con cadenza biennale, dedicata alle tecniche antitumorali adroterapiche e alla diagnostica.”

Intervista a:

**Alberto Rotondi**

Direttore del Dipartimento di Fisica



Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pavia è caratterizzato da una vivace attività di ricerca e didattica che spazia, dagli studi di natura fondamentale e di base, alla fisica applicata per lo sviluppo di nuove tecnologie. Composto da 47 docenti, il Dipartimento nel panorama italiano è classificato dal Ministero come di media grandezza. Il Dipartimento ospita inoltre una sezione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) che contribuisce sia alla didattica sia al finanziamento della ricerca, alle quali partecipano

28 docenti. Per quanto riguarda la qualità della ricerca, il Dipartimento è intorno al terzo-quarto posto in Italia su 13 dipartimenti di pari dimensione e intorno al settimo-ottavo posto in assoluto su un totale di circa 35 Dipartimenti in Italia. A livello mondiale, il Dipartimento è fra i primi 150 secondo l'autorevole "Academic Shanghai Ranking 2017".

La qualità dell'attività di ricerca ha consentito al Dipartimento di ottenere finanziamenti che hanno superato i 13 milioni di euro nell'ultimo quinquennio, ai quali vanno aggiunti oltre 12 milioni gestiti dall'INFN per le ricerche svolte dal proprio personale e dal personale associato del Dipartimento.

Le attività di ricerca e didattica riguardano principalmente: fisica teorica e sperimentale delle interazioni fondamentali e fisica matematica, fisica teorica e sperimentale della materia, didattica e storia della fisica, fisica interdisciplinare e applicata.

Il Dipartimento, pur rappresentando il 5,4% dei docenti dell'Ateneo pavese, nel quinquennio 2012-2016, grazie alla qualità delle proprie ricerche e ai docenti del Dipartimento coautori dei risultati ottenuti recentemente dalla Fisica italiana al CERN di Ginevra nel campo della Fisica Nucleare, che hanno portato ai premi Nobel per la scoperta del Bosone di Higgs, ha prodotto il 14% delle pubblicazioni dell'intero Ateneo, il 32% delle citazioni e il 39% dei lavori più citati, nonché 3 delle 10 pubblicazioni che costituiscono la "Top 10" d'Ateneo.

Sulla base di questi risultati il Ministero ha ammesso il Dipartimento al bando per l'eccellenza, da conferire ai primi 7 dipartimenti di Fisica d'Italia in base alla valutazione della qualità della ricerca e alla qualità del progetto di sviluppo delle attività del Dipartimento.

Il Dipartimento, pur contando su attività scientifiche di eccellenza in diversi settori della fisica, ha ritenuto strategico puntare su 2 linee particolari in rapido sviluppo: la "Fisica Biomedica per la Terapia e la Diagnostica dei Tumori", connessa alla presenza nel territorio pavese di peculiari infrastrutture di ricerca e la "Fisica Quantistica (fondamenti e tecnologie)", fortemente sostenuta nel contesto europeo per le possibili importanti e stupefacenti ricadute sul mondo della tecnologia dell'informazione e dell'innovazione.

Come è noto, questa scelta ha portato il Dipartimento a risultare tra i 7 vincitori del bando per la Fisica.

**IL PROGETTO  
DI ECCELLENZA  
HA OTTENUTO  
OLTRE 7 MILIONI  
DI EURO**

## Fisica Biomedica per la Terapia e la Diagnostica dei Tumori

Da tempo le radiazioni sono usate nella cura dei tumori. Oltre alla terapia con fotoni, detta radioterapia, sta crescendo in tutto il mondo la terapia con fasci di particelle pesanti (neutroni, protoni, ioni), detta adroterapia. Le particelle pesanti consentono una precisione sub-millimetrica nel rilascio della dose terapeutica e permettono di rilasciare il massimo dell'energia nella zona del tumore, preservando i tessuti sani. Queste caratteristiche positive si ottengono però a spese della complessità degli apparati: ciclotroni, sincrotroni, reattori nucleari e generatori di neutroni, tutti dispositivi nati nei laboratori della fisica nucleare, che sono entrati o stanno entrando in ambito sanitario. Da tempo nel Dipartimento, col coordinamento di Saverio Altieri, si studia la "Boron Neutron Capture Therapy" (BNCT), una forma sperimentale di adroterapia basata sulla cattura neutronica indotta da neutroni di bassa energia sull'isotopo stabile boro-10. In seguito alla reazione sono emesse una particella alfa e uno ione litio-7 che, dentro i tessuti biologici, rilasciano tutta la loro energia dopo aver percorso meno di 10 micron, una distanza confrontabile con il diametro medio delle cellule. L'energia di queste particelle trasferita alle cellule è tale da crearvi dei danni letali. Se il boro-10 viene accumulato preferibilmente nel tumore, mediante l'impiego di un opportuno farmaco, è possibile, con un bombardamento neutronico, agire sulla malattia in modo selettivo, distruggendo ogni singola cellula tumorale, sia quelle del tumore primario sia quelle delle metastasi. Nel campo della BNCT il gruppo pavese, per primo in Italia, si occupa della fattibilità clinica di questa terapia per diversi target tumorali e dello sviluppo di un centro per la sua applicazione presso il CNAO di Pavia. Grazie al progetto di eccellenza, questa linea di ricerca potrà essere rafforzata in 3 importanti aspetti: la misura diretta della concentrazione di Boro nei tessuti, la diagnostica in vivo sull'efficacia della terapia e la combinazione di questa tecnica con l'ipertermia. Tutte e 3 queste linee di ricerca non sono mai state tentate prima in Italia. Per conoscere la concentrazione di boro-10 presente nelle cellule malate durante la terapia, verrà sviluppata una tecnica basata sulla "Single Photon Emission Computed Tomography" (SPECT) sfruttando un fotone emesso durante l'irraggiamento neutronico. Questo raggio è in grado di uscire dal corpo umano e può essere rivelato da un opportuno

sistema di rivelatori che circonda il paziente durante l'irraggiamento. Contando questi fotoni si può conoscere in modo diretto il tasso di reazioni di cattura sul boro-10 e valutare, quindi, in tempo reale e in vivo, la distribuzione spaziale della dose impartita durante il trattamento BNCT. La tecnologia impiegherà rivelatori a stato solido fatti in lega cadmio-zinco-tellurio (CZT), che sono già impiegati con successo in tomografi SPECT dedicati alle indagini in perfusione del miocardio e nell'imaging molecolare del cancro alla mammella.

Gli effetti dei trattamenti in vitro e in vivo (piccoli animali) saranno anche valutati con l'ausilio di tecniche di 'imaging' con un tomografo per risonanza magnetica nucleare (MRI) preclinico, apparecchiatura assente nel territorio pavese, che verrà acquistato coi fondi del progetto. La tecnica MRI è ampiamente utilizzata a livello clinico ed è tipicamente in grado di rivelare tumori con un volume di circa 0.2 cm<sup>3</sup>. Recentemente la potenzialità della tecnica è stata aumentata per garantire una diagnostica precoce, spesso essenziale per consentire un intervento medico risolutivo. Una strategia promettente si basa su un incremento del segnale MRI di diversi ordini di grandezza mediante tecniche di iperpolarizzazione dinamica dei nuclei (DNP), sviluppate di recente presso il Dipartimento nel gruppo del Prof. Pietro Carretta, e sulla rilevazione mediante imaging molecolare in vivo delle alterazioni metaboliche che si hanno nella fase iniziale della comparsa del tumore.

Infine, lo studio degli effetti dell'ipertermia utilizzerà nanoparticelle magnetiche multifunzionali di dimensioni inferiori ai 10 nanometri, che possono veicolare il rilascio locale di farmaci, funzionare come efficaci mezzi di contrasto per MRI ed essere utilizzate per la terapia locale dei tumori mediante ipertermia. Il progetto del Dipartimento, prevede oltre all'ottimizzazione di approcci utili a migliorare le potenzialità diagnostiche della MRI, di utilizzare l'ipertermia indotta dall'irraggiamento a radiofrequenza delle nanoparticelle magnetiche congiuntamente a tecniche di adroterapia e BNCT per una terapia più efficace dei tumori.

Presso il Dipartimento è inoltre attivo un gruppo di "Computational Radiobiology", coordinato da Francesca Ballarini, la cui attività è incentrata sullo sviluppo di modelli biofisici e codici Monte Carlo che simulano gli effetti biologici delle radiazioni ionizzanti. L'obiettivo principale dell'attività, che è supportata dall'INFN e si svolge in collaborazione con diverse istituzioni nazionali e internazionali, è duplice: da un lato, comprendere meglio i meccanismi che regolano l'induzione dei danni biologici da

radiazioni; dall'altro, sviluppare applicazioni per l'ottimizzazione radiobiologica dei piani di trattamento adroterapici. L'attenzione è focalizzata sulla morte cellulare e le aberrazioni cromosomiche: obiettivo primario delle terapie oncologiche è infatti massimizzare la probabilità di morte delle cellule tumorali e minimizzare i danni alle cellule sane, dei quali le aberrazioni cromosomiche sono un indicatore importante. In particolare nell'ambito del progetto di eccellenza, che studierà la combinazione di approcci antitumorali diversi, si intende valutare la dose nella combinazione tra adroterapia e BNCT, e produrre un database radiobiologico da utilizzare nei piani di trattamento adroterapici per il CNAO.

## Fisica Quantistica (fondamenti e tecnologie)

Gli oggetti quantistici, confinati per un secolo nei laboratori di Fisica, si stanno diffondendo con grande rapidità nella tecnologia odierna.

Se prendiamo ad esempio un asso di fiori e uno di picche coperti su un tavolo, non sappiamo quale asso si nasconde sotto una certa carta, ed assegniamo alla carta una probabilità di fiori o picche, che in questo caso rappresenta la nostra ignoranza del sistema, che invece si trova in uno stato preciso. Questo tipo di probabilità, che si riferisce all'osservatore, si chiama epistemica. Nel mondo microscopico, invece, la carta (che potrebbe essere un elettrone, un fotone o un'altra particella) assume intrinsecamente due stati, oscilla come asso tra fiori e picche (ad esempio, un fotone oscilla tra stati di 'spin') e solo al momento della misura, quando la scopriamo, precipita in uno dei due valori. Una cosa ancora più stupefacente avviene quando si genera un sistema quantistico con determinate regole interne (ad esempio, un sistema a due fotoni). In questo caso ogni parte del sistema oscilla tra gli stati permessi, rispettando le regole interne, ma, quando separiamo le parti del sistema e le allontaniamo (anche di km!) ogni singola parte del sistema continua ad oscillare tra gli stati permessi e ad obbedire alle regole del sistema iniziale. In altre parole, se faccio precipitare una carta quantistica come asso di fiori, l'altra, ovunque si trovi e se il sistema non è stato perturbato, se misurata darà sempre luogo all'asso di picche! E vale ovviamente il viceversa. Queste probabilità quantistiche non epistemiche, dette sovrapposizione degli stati ed 'entanglement' (groviglio) stanno aprendo nuovi orizzonti tecnologici sia nel campo delle telecomunicazioni sia nel

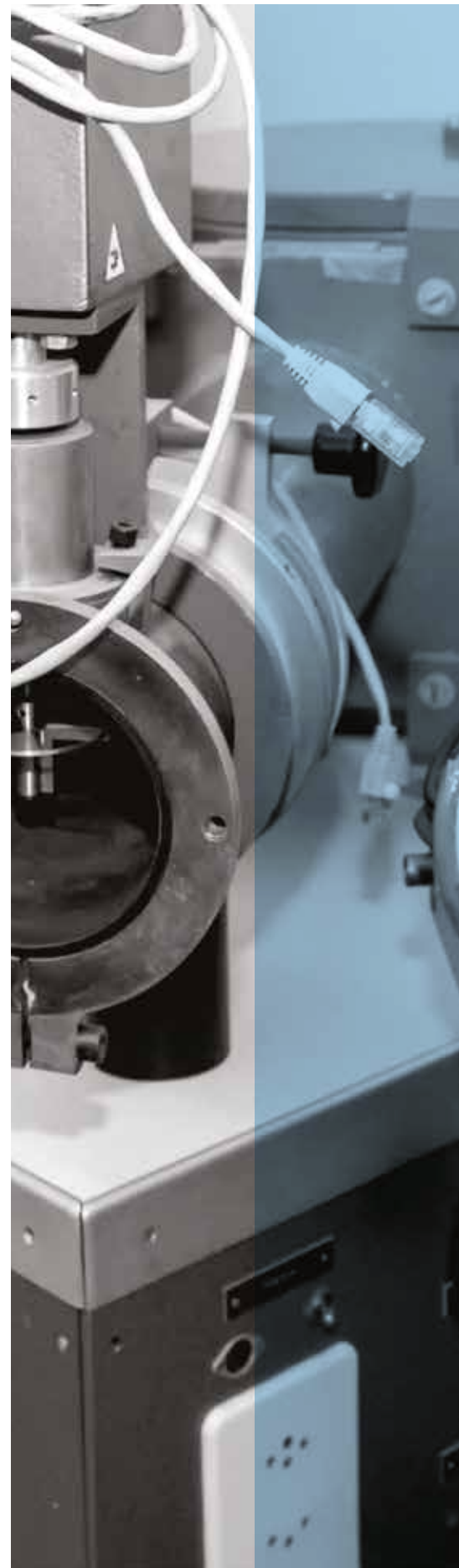


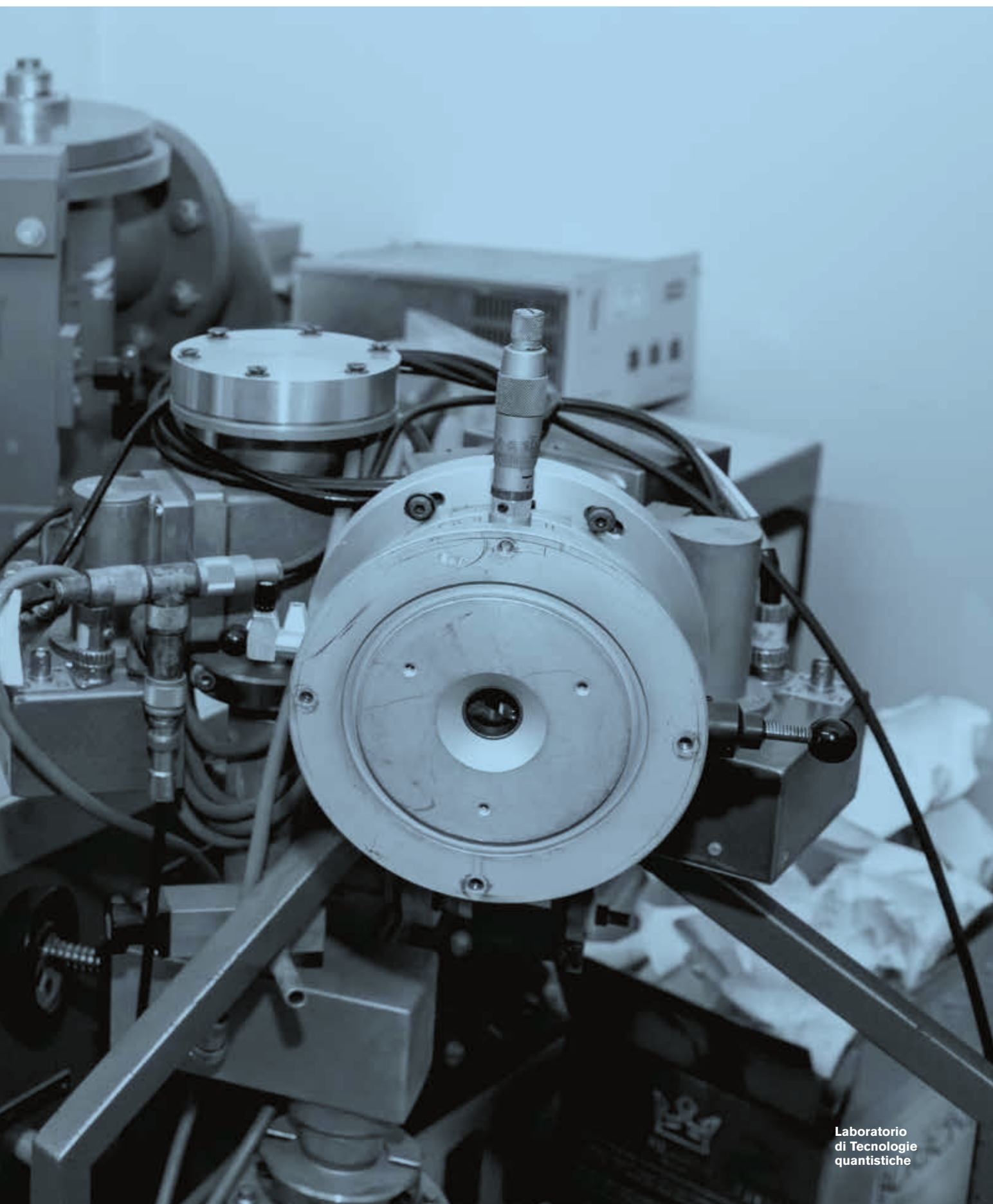
campo del 'computing'. Mentre i computer classici codificano le informazioni come bit che possono essere in uno di due stati (0,1), i "qubit" dei computer quantistici possono trovarsi in una condizione di sovrapposizione di quei due stati. Questo, insieme alla capacità dei qubit di condividere uno stato quantico attraverso l'entanglement, consentirà ai computer di eseguire molti calcoli in parallelo. In linea di principio, il numero di questi calcoli dovrebbe raddoppiare per ogni qubit aggiuntivo, portando a una accelerazione esponenziale della potenza di calcolo. Nel 2018 la Commissione Europea ha avviato un programma di ricerca decennale che vedrà il coinvolgimento di tutti gli Stati membri con un investimento complessivo di 1 miliardo di euro per lo sviluppo delle Tecnologie Quantistiche, con importanti ricadute applicative in numerosi settori che vanno dalla sensoristica alla metrologia, alla computazione e le telecomunicazioni. Per rispondere adeguatamente a questa sfida europea e fare un ulteriore salto di qualità, il Dipartimento ha presentato un progetto di eccellenza per il potenziamento sia della ricerca di base dell'informazione quantistica sia della ricerca sperimentale e teorica in fotonica quantistica. Per quanto riguarda la ricerca di base dell'informazione quantistica verrà potenziato il gruppo "QUit", di cui fanno parte il Prof. Giacomo Mauro D'Ariano, che ne è direttore e leader nella nuova disciplina della 'Quantum Information' fin dalla sua nascita negli anni '90, e i Proff. Chiara Macchiavello, Lorenzo Maccone, Paolo Perinotti e Massimiliano Sacchi, anch'essi noti esponenti in questo campo a livello internazionale. La disciplina è oggi materia per le nuove tecnologie, in particolare il 'quantum computer', target delle grandi aziende tecnologiche quali Google. Il gruppo di Pavia ha introdotto nuove tecniche, quali la tomografia quantistica, nuovi metodi di misurazioni e caratterizzazione di dispositivi 'quantum', nuovi protocolli informatici, algoritmi, in relazione alla crittografia quantistica, al teletrasporto quantistico, e alla nuova metrologia quantistica per misurazioni ad alta sensibilità e precisione. La nuova disciplina è diventata anche un potente paradigma per meglio comprendere la teoria quantistica e i fondamenti della teoria, tuttora in evoluzione, dai tempi di Einstein e Bohr. Si è creata a Pavia una scuola che insegna vari corsi specializzati nel settore, e che ha creato un congruo numero di ricercatori e docenti in Italia e all'estero in sedi prestigiose, con collaborazioni a lungo termine con gruppi di ricerca in tutto il mondo. Con il progetto di eccellenza si intende mantenere la leadership internazionale di questo gruppo anche per i prossimi anni. Per quanto riguarda la ricerca sperimentale e teorica in fotonica quantistica, il progetto

permetterà di potenziare alcune attività nate in anni recenti presso il Dipartimento grazie ad un finanziamento FIRB 2008 – Futuro in Ricerca e coordinate dai Proff. Matteo Galli, Dario Gerace e Marco Liscidini in collaborazione con il Prof. Daniele Bajoni del Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione. Questa ricerca ha già portato a risultati di grande rilievo nel campo della trasmissione sicura di dati tramite crittografia quantistica attraverso la generazione di coppie di fotoni entangled correlate quantisticamente in un circuito fotonico interamente integrato su silicio. Lo sviluppo di tecnologie quantistiche basate su fotoni richiede però di estendere questi importanti risultati a sistemi a più alta dimensionalità, comprendenti di un più elevato numero di particelle e sfruttando contemporaneamente diversi gradi di libertà dei fotoni (ad esempio polarizzazione, momento angolare, etc.), con potenziali applicazioni anche nel campo della sensoristica e della metrologia. L'obiettivo del progetto è quindi lo sviluppo di sorgenti di stati non classici che siano integrate, portatili, possibilmente operanti a temperatura ambiente, e interfacciabili con le infrastrutture Telecom esistenti. Con il Dipartimento di eccellenza verrà creato un laboratorio avanzato di fotonica quantistica finalizzato alla generazione e manipolazione di stati quantistici della radiazione elettromagnetica, che è ancora oggi uno degli ostacoli più critici verso lo sviluppo di applicazioni basate su tecnologie quantistiche. Si intendono sviluppare nuove sorgenti sfruttando particolari micro e nano-strutture risonanti che consentano di aumentare drasticamente l'efficienza delle sorgenti non classiche, consentendo al tempo stesso la loro scalabilità e integrazione in microchip di silicio compatibili con le tecnologie elettroniche più diffuse. L'obiettivo finale è quello di realizzare dispositivi in silicio per portare le tecnologie quantistiche dalla ricerca di laboratorio a vere e proprie applicazioni di massa.

### **Le ricadute sulla didattica e la formazione**

Il progetto prevede il potenziamento del curriculum biosanitario con l'accensione di un nuovo corso e l'attivazione di un nuovo e originale percorso di studi per la formazione di figure professionali dotate di una profonda conoscenza della meccanica quantistica e delle competenze tecniche da sfruttare nel campo della ricerca accademica ed industriale rivolta allo sviluppo delle tecnologie quantistiche basate sulla fotonica. Sono previste anche 2 nuove borse tematiche di dottorato e 2 posizioni con assegni di ricerca.





# Matematica a Pavia: un progetto ad ampio spettro dalla teoria alle applicazioni

Avete dato un titolo al progetto presentato al MIUR grazie al quale avete ottenuto il riconoscimento di Dipartimento di eccellenza?

“Non abbiamo dato un titolo al progetto, semplicemente perché non era richiesto. Spesso altri progetti, come, ad esempio, quelli finanziati dallo European Research Council (ERC), richiedono che venga dato un titolo, che poi è utilizzato per caratterizzare il progetto, ma in questo caso non era previsto. C'è anche un altro motivo per il quale abbiamo evitato di dare un titolo: abbiamo volutamente fatto un progetto di tipo generalista, cioè non focalizzato su un unico, specifico ambito di ricerca. Diversamente da quello che potrebbe sembrare in prima battuta la cosa migliore, ossia focalizzarsi su uno o pochi temi molto ben definiti, noi abbiamo espressamente preparato un progetto con una prospettiva generale. Ne abbiamo a lungo discusso nel Consiglio di Dipartimento, perché ci sembrava che una nostra caratteristica importante sia sempre stata quella di effettuare ricerche su un ampio spettro della matematica, quindi non in un solo settore o in pochi campi, ma il più possibile in vari ambiti di questa affascinante disciplina. È un fatto che ci è sempre stato riconosciuto come un elemento obiettivo di qualità del Dipartimento, e abbiamo voluto che questo progetto si muovesse nella stessa ottica, dunque aiutasse a consolidare tale caratteristica.”

Il finanziamento totale a quanto ammonta?

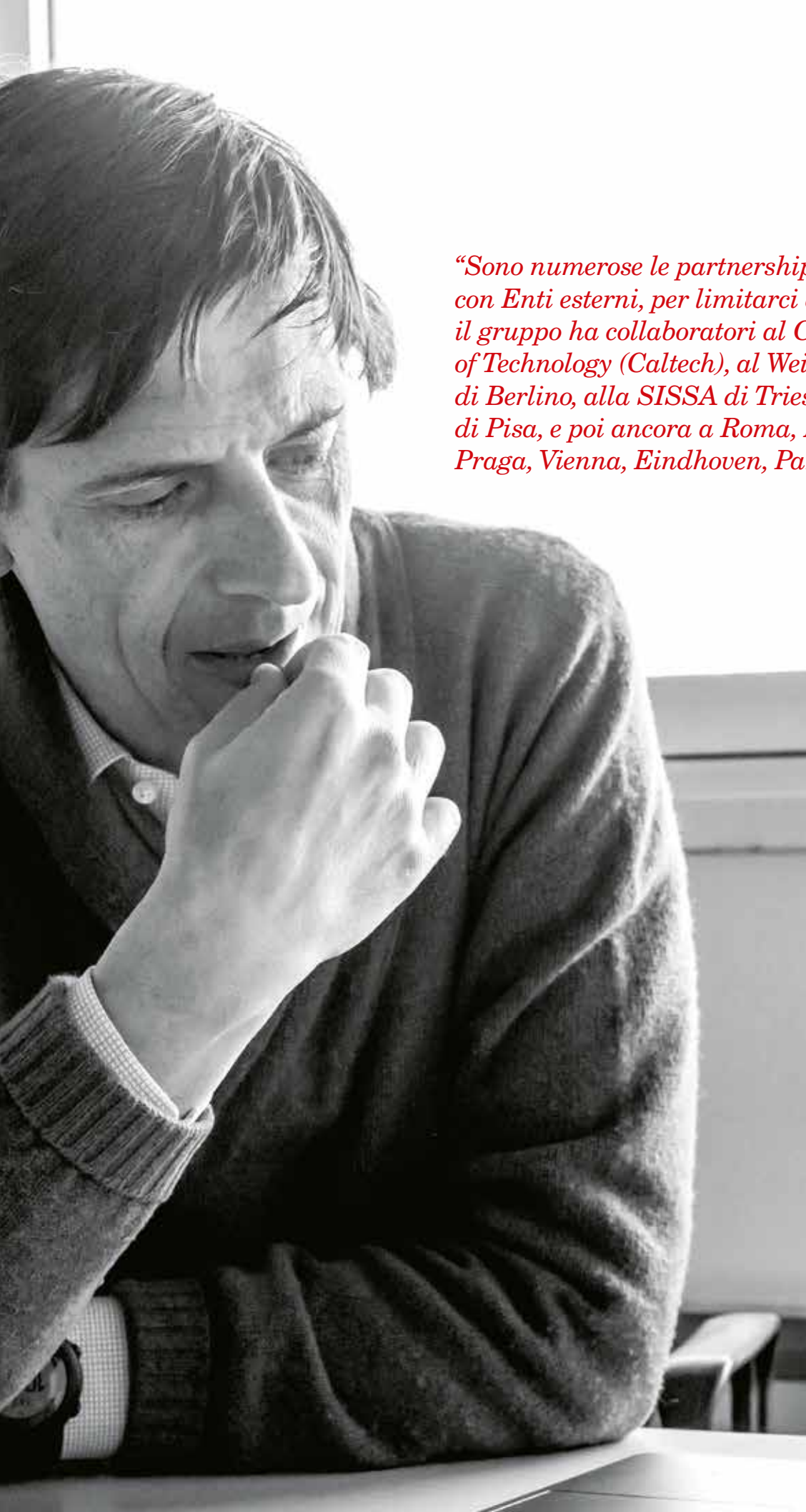
“Il finanziamento è di 5.4 milioni di euro per quello che riguarda attività didattiche di alta qualificazione, attività scientifica

e reclutamento del personale; a questi si aggiungono poi 1.25 milioni di euro per quanto concerne le infrastrutture di ricerca: la cifra complessiva è dunque di 6.65 milioni di euro, distribuita sull'arco dei 5 anni. Considerata la taglia del Dipartimento, il finanziamento è oggettivamente molto consistente, anche se bisogna stare attenti a valutarlo correttamente: la parte che noi abbiamo destinato al reclutamento del personale docente ammonta a 3.847.500 euro, che è circa il 70% di 5.4 milioni di euro; a questo si aggiunge inoltre un cofinanziamento da parte dell'Ateneo. Tuttavia, l'investimento va pensato distribuito su 15 anni. Poiché lo stipendio medio di un Professore Ordinario nel corso della sua carriera è di 114 mila euro, moltiplicandolo per 15 anni arriviamo a 1.710.000 euro; quanto riceverà il Dipartimento è dunque una cifra molto consistente, che indubbiamente permetterà di dare una svolta alla nostra attività e di cui siamo molto contenti, ma non si deve pensare che arriveremo a reclutare chissà quante persone, perché appunto le disposizioni vigenti relative ai finanziamenti esterni richiedono la copertura per un arco temporale di 15 anni.”

Come utilizzerete la somma ricevuta?

“Nell'ambito del nostro progetto, come già dicevo sopra, abbiamo previsto di destinare una porzione consistente del finanziamento al reclutamento di persone, in parte per ricercatori provenienti dall'esterno e in parte per progressioni di carriera di docenti già presenti in Dipartimento e di sicuro valore scientifico. La caratteristica principale del reclutamento che vogliamo effettuare nell'ambito del progetto è di coprire sia l'aspetto della matematica applicata





*“Sono numerose le partnership del Dipartimento con Enti esterni, per limitarci alle principali, il gruppo ha collaboratori al California Institute of Technology (Caltech), al Weierstrass Institute di Berlino, alla SISSA di Trieste, alla Normale di Pisa, e poi ancora a Roma, Monaco, Bonn, Praga, Vienna, Eindhoven, Parigi...”*

Intervista a:

**Ugo Gianazza,**

Direttore del Dipartimento  
di Matematica

(o, se vogliamo, delle applicazioni della matematica), sia l'aspetto più eminentemente teorico della disciplina. Ci sono diverse ricerche attualmente in corso presso il Dipartimento, che vertono su problemi di grande interesse e che vogliamo salvaguardare, però in gran parte tali da non avere, almeno nell'immediato, evidenti ricadute pratiche; dico nell'immediato, perché in matematica più volte è successo che studi che sembravano assolutamente astratti, con nessuna o limitata possibilità di applicazione, dopo poco tempo si sono, invece, rilevati utili per modellizzare fenomeni e situazioni concreti."

### Come recluterete il nuovo personale?

"Premetto che il progetto è stato steso da un gruppo di lavoro, e che poi il Consiglio di Dipartimento è intervenuto in più fasi per modificarlo, integrarlo, reindirizzarlo. Abbiamo ora l'obiettivo di trovarci nuovamente con il gruppo di lavoro per formulare una precisa proposta al Dipartimento proprio relativamente al reclutamento. Infatti, nella stesura del progetto abbiamo definito una sorta di scaletta temporale, ma in quella fase ci siamo comunque riservati una certa elasticità, perché le situazioni cambiano abbastanza rapidamente: ora dobbiamo risolvere le incertezze ed arrivare ad etichettare precisamente settori scientifici e ruoli in cui assumere: questo sarà per noi il programma dei prossimi 5 anni.

C'è un aspetto che ci tengo a sottolineare, perché è una nostra caratteristica che si è mantenuta nel tempo: nell'arco degli ultimi 30-40 anni il Dipartimento ha cercato costantemente di portare a casa, di assumere le migliori persone che erano al momento sul mercato; ci si è sempre sforzati di fare una politica di reclutamento di alto livello e aperta, cioè non di promuovere il ricercatore interno al Dipartimento solo perché è qui; è stato promosso il candidato interno, quando questi meritava d'essere promosso, ed è stata chiamata gente da fuori, quando gli interni non erano competitivi con gli esterni, oppure quando si trattava di aprire filoni che qui non esistevano. Questa politica ha una naturale conseguenza: le persone brave, come arrivano, poi vanno anche via e questo, a volte, crea inevitabili difficoltà, sia per quanto riguarda la ricerca, sia per quanto concerne la didattica. È una situazione dinamica, che non si può mai dare per scontata: occorre lavorare con continuità per consolidare, rimediare a difficoltà, ampliare, rilanciare..."

### Per quanto riguarda la didattica ci saranno cambiamenti?

"Per quel che riguarda le attività didattiche di alta qualificazione, che rappresentano una parte fondamentale nel progetto, abbiamo ritenuto di destinare una parte delle risorse per consolidare il programma di Dottorato che già esiste, ossia il Dottorato consortile in Matematica con l'Università di Milano Bicocca

e con l'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INdAM). Il Dottorato è arrivato al terzo anno e la convenzione che avevamo inizialmente stilato per un triennio sarà ora rinnovata per altri 3 anni, perché riteniamo che questo programma di formazione svolto in collaborazione sia importante, utile ed efficace. Un'altra parte del finanziamento, invece, è destinata a sostenere un nuovo Dottorato, che aprirà con l'anno accademico 2018-2019, la cui definizione è stata completata e che ha già avuto il relativo nulla osta dagli Organi di Governo. Questo nuovo programma è dedicato a problemi di Matematica Computazionale e di Decision Science, come espressamente indicato nel titolo; si tratta, dunque, di un Dottorato con un chiaro risvolto più direttamente applicativo."

### Questo nuovo Dottorato prevede altre collaborazioni?

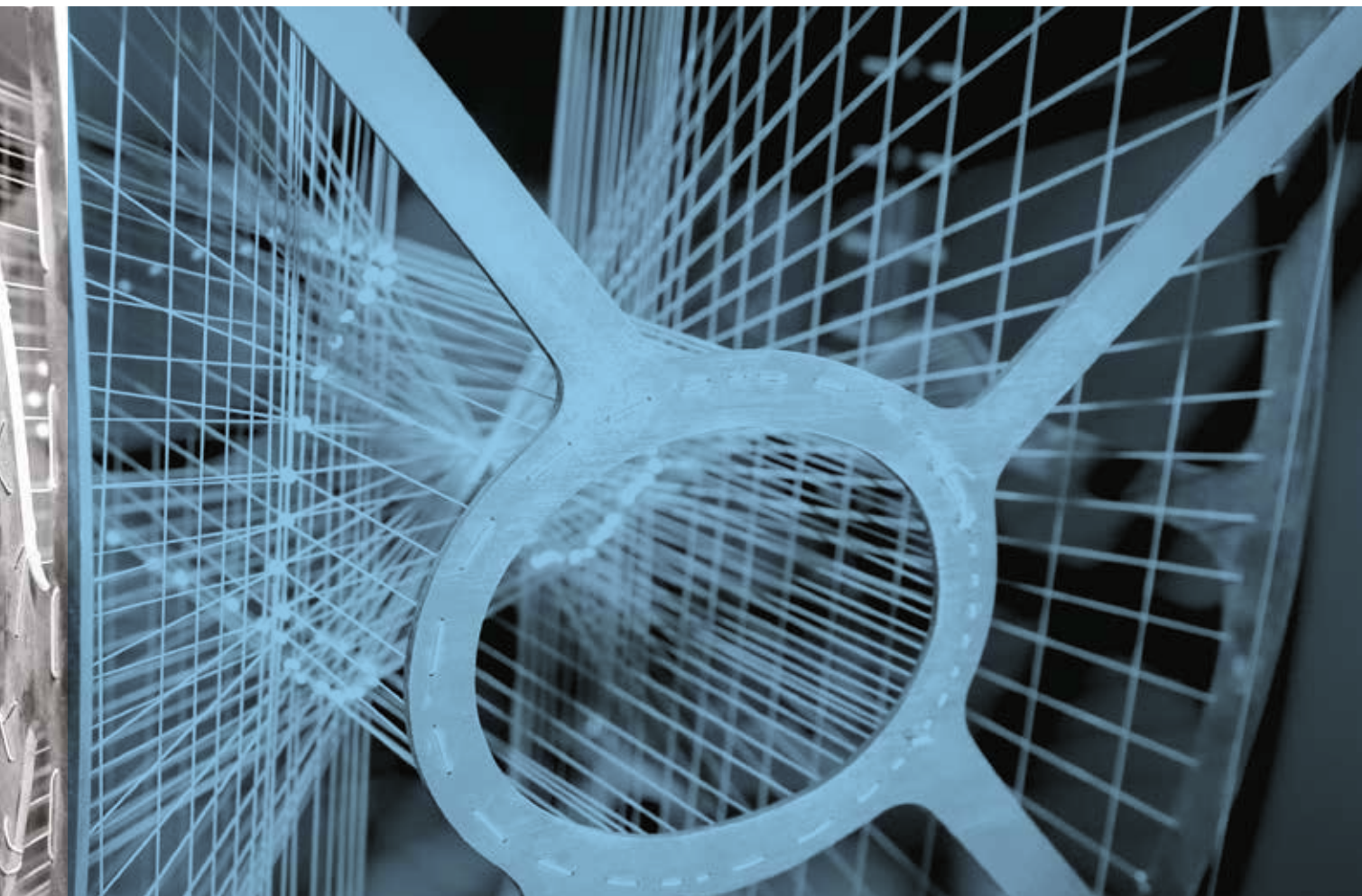
"Guardando alla sola Università di Pavia, il nuovo Dottorato si avvarrà della collaborazione di docenti provenienti da più dipartimenti: oltre a persone del Dipartimento di Matematica, nel Collegio dei Docenti ci saranno ricercatori dei Dipartimenti di Scienze Politiche e Sociali, di Ingegneria Industriale e dell'Informazione e di Fisica. Inoltre, al progetto partecipano la Fondazione Mondino IRCCS, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche 'E. Magenes' del CNR (IMATI) e, salvo inconvenienti dell'ultimo minuto che mi sento però di escludere, l'Università della Svizzera Italiana di Lugano (USI). Abbiamo voluto che il programma di Dottorato non si basasse solo su risorse locali, ma vedesse la collaborazione di vari attori, perché ci sembra importante poter interagire anche con altri soggetti che lavorano nello stesso campo, con metodi e competenze complementari. In questo caso, poi, la collaborazione con un ente non italiano come l'USI conferisce una caratterizzazione internazionale, aspetto molto significativo."

### Da quest'anno anche Matematica entrerà a far parte per progetto Laurea Magistrale Plus.

"Sì, è così! Se quanto si diceva prima riguarda il potenziamento dell'offerta didattica di III livello, grazie al finanziamento derivante dai Dipartimenti di eccellenza, vogliamo mettere in campo precisi interventi per la Laurea Magistrale. A partire dall'anno accademico 2018-2019 il Dipartimento aderirà alla Laurea Magistrale Plus e, quindi, una parte dei fondi derivanti dal progetto sarà utilizzata a supporto di questa attività, soprattutto per far fronte alle necessità degli studenti. Un'altra novità nell'ambito della didattica consiste in un progetto di Laurea Double Degree con la Humboldt-Universität di Berlino, con la quale stiamo ora definendo i vari aspetti, sia più prettamente curriculari, sia più generalmente







amministrativo-gestionali. Avere la possibilità di offrire un titolo che sia riconosciuto da 2 distinte istituzioni ci sembra importante; d'altro canto, non ci nascondiamo le difficoltà legate al trascorrere all'estero metà del proprio percorso magistrale: per facilitare i nostri studenti potenzialmente interessati ad andare in Germania e allo stesso tempo incoraggiare anche gli studenti in ingresso da Berlino, stiamo studiando opportunità di finanziamento per quello che riguarda il viaggio e l'alloggio.”

#### **Investirete nelle infrastrutture?**

“Abbiamo in progetto di utilizzare una parte del bonus per potenziare la strumentazione e le strutture destinate alla didattica. Con questo, intendo non solo l'attività che svolgiamo nei confronti dei nostri studenti, ma anche la ricerca nel campo della Didattica della Matematica; in Dipartimento c'è un gruppo di ricerca molto qualificato, forse uno dei più significativi gruppi di ricerca in Didattica della Matematica in Italia, e quindi l'idea è di potenziare tramite le infrastrutture tale lavoro di ricerca. Vogliamo offrire un supporto a quello che il gruppo fa, per migliorare e rendere sempre più efficace l'attività relativa alla Didattica della Matematica, non solo a livello universitario ma anche a livello di scuola

media inferiore e superiore. Un'altra parte del finanziamento destinato alle infrastrutture sarà utilizzato per l'acquisto di un 'cluster' per il calcolo parallelo, a supporto di attività di ricerca di matematica applicata. Adesso stiamo dialogando con persone di diversi dipartimenti, perché questo strumento è di interesse potenziale anche per ricerche svolte presso altre strutture universitarie: l'idea è di raccogliere gli obiettivi di tutti i dipartimenti interessati, di verificare la possibilità di ulteriori finanziamenti che potrebbero essere messi a disposizione e quindi aggiungerli alla cifra ottenuta come Dipartimento d'eccellenza, e di arrivare ad acquistare una macchina che sia potenzialmente più grande, potente e versatile di quella a cui noi abbiamo originariamente pensato. Questo può allora diventare un servizio che può essere utilizzato in maniera efficace su più fronti, non soltanto per i nostri studi, ma anche la ricerca di altri; ci sembra importante, perché una caratteristica che ha distinto le attività di questo Dipartimento per quello riguarda le applicazioni (ma non solo!) è sempre stata l'interazione e la collaborazione con altri dipartimenti, e con altri enti di ricerca.”

**Un modello matematico della collezione storica di fine '800, una delle più ricche in Italia**

# UN PANORAMA VARIEGATO DI RICERCHE

## Analisi matematica

Il gruppo di ricerca di "Analisi Matematica" è uno dei più grandi del Dipartimento dal punto di vista del numero dei componenti e le sue ricerche coprono un ampio spettro. I principali oggetti di studio possono essere così sintetizzati: problemi di transizione di fase, con applicazioni a vari modelli biologici e di fluidodinamica (crescita tumorale, cristalli liquidi, controllo); attrattori per sistemi dinamici in dimensione infinita; regolarità per equazioni di evoluzione; modelli variazionali per lo studio delle proprietà di materiali, quali la plasticità, le dislocazioni di difetti, e le fratture; segmentazione di immagini, energie di interazione, modelli discreti; problemi di ottimizzazione, trasporto-entropia; flussi gradienti, analisi in varietà Riemanniane e spazi metrici. Si spazia da problemi dai tratti squisitamente teorici, a questioni con ricadute applicative concrete e immediate.

## Didattica e Storia

Il gruppo di ricerca svolge attività scientifica in 2 ambiti: la "Didattica della Matematica" e la "Storia delle Matematiche". La prima si occupa dei processi di insegnamento-apprendimento della disciplina a tutti i livelli scolari ed è volta all'individuazione di strumenti e metodologie che contribuiscano al suo miglioramento. Le principali linee di ricerca condotte presso il Dipartimento riguardano lo studio del ruolo degli artefatti nell'insegnamento-apprendimento della matematica, in particolare dal punto di vista semiotico, l'analisi di processi di produzione di congetture, argomentazioni e dimostrazioni, l'elaborazione di quadri per l'analisi e la progettazione di attività didattiche e di ambienti di apprendimento-insegnamento volti alla promozione di processi significativi del pensiero matematico. La ricerca su questi temi si basa sulla dialettica tra elaborazione teorica e sperimentazione, e si intreccia con l'attività di formazione degli insegnanti in servizio e pre-ruolo.

La ricerca in Storia delle Matematiche riguarda aspetti relativi allo sviluppo della matematica soprattutto nel XIX secolo, in particolare: la matematica e i matematici nella "Scuola Normale" annessa alla Facoltà di Scienze a partire dal 1875; la fisica matematica nella didattica e nella ricerca di Eugenio Beltrami, e

il contributo di Felice Casorati nello sviluppo dell'analisi complessa nella seconda metà del XIX secolo. Queste ricerche si sviluppano anche attraverso il recupero di materiale di ricerca e didattico inedito.

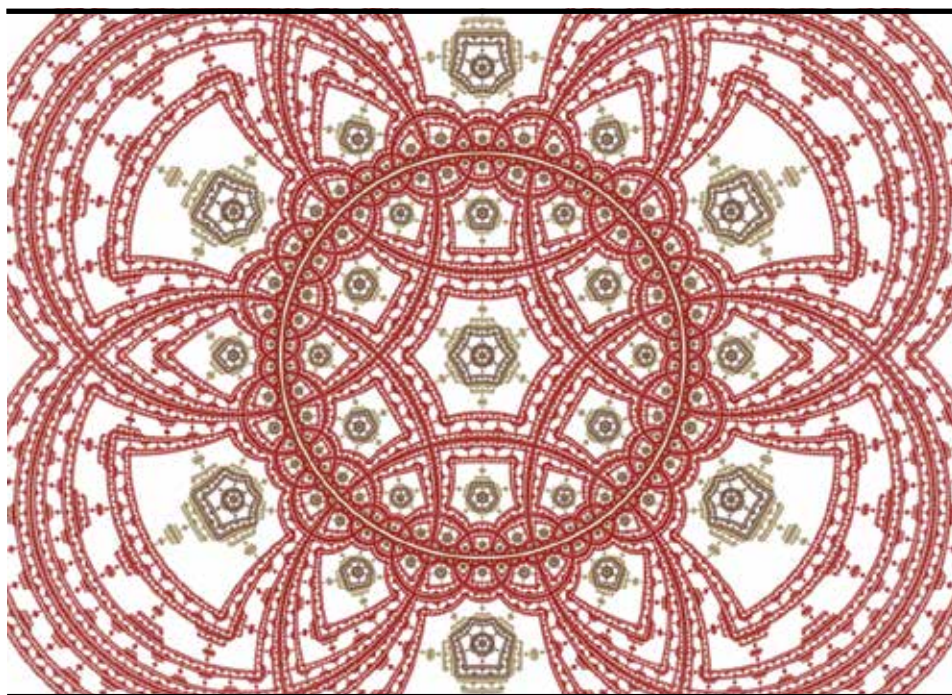
## Analisi numerica

Il gruppo di ricerca "Calcolo Scientifico: Metodi Numerici ed Applicazioni" si occupa dello sviluppo e dell'analisi di metodi numerici innovativi per l'approssimazione numerica di equazioni alle derivate parziali con applicazioni in varie aree di interesse pratico come la meccanica dei solidi, la fluidodinamica, l'interazione fluido-struttura, l'elettromagnetismo, i dispositivi a semiconduttore, l'elettrocardiologia computazionale. Le linee di ricerca del gruppo più note a livello internazionale riguardano il Metodo degli Elementi Finiti (FEM) conformi, non-conformi, misti, discontinui, il Metodo degli Elementi Virtuali (VEM) e i metodi di Analisi Isogeometrica (IGA). Il gruppo ha una stretta collaborazione con l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "E. Magenes" del CNR (IMATI) e coinvolge un

largo gruppo di giovani dottorandi e Post-Doc. Fra le applicazioni studiate dal gruppo di "Calcolo Scientifico: Metodi Numerici ed Applicazioni" ricordiamo lo sviluppo di modelli numerici e codici di calcolo per simulazioni di cardiologia computazionale. I modelli utilizzati sono sistemi di equazioni alle derivate parziali di tipo di reazione-diffusione, accoppiati a sistemi di equazioni differenziali ordinarie e al sistema dell'elasticità non lineare ortotropica tridimensionale, simulati con risolutori paralleli. L'estensione delle attuali capacità di simulazione al cuore completo e a diversi battiti cardiaci, può avere conseguenze importanti nello studio delle aritmie cardiache, della fibrillazione ventricolare, delle patologie dei canali ionici quali le sindromi del "QT lungo" e delle patologie ischemiche. Una soluzione soddisfacente di queste sfide impegnative non può comunque fare conto delle sole forze del Dipartimento pavese, ma si basa sulla collaborazione fortemente interdisciplinare con altri gruppi di ricerca, con contributi provenienti da matematici, informatici, ingegneri biomedici, fisiologi e medici. Si tratta di competenze tutte molto ben rappresentate presso l'Università di Pavia a livelli di eccellenza internazionale. Allo stesso tempo, il gruppo di ricerca di Calcolo Scientifico del Dipartimento è attualmente membro del "Virtual Physiological Human (VPH) Project" e ha collaborazioni attive con diversi centri di ricerca in Europa, USA e Asia, garantendo alle ricerche del gruppo una efficace interazione ed un'ampia visibilità internazionale.

## Cristalli liquidi

I cristalli liquidi sono stati intermedi della



Una tassellazione del piano iperbolico



La distribuzione dei tempi di servizio di 24 operatori di un call center, per una normale giornata di lavoro (Progetto RALLO-Mathesia)



materia condensata soffice con una vasta gamma di applicazioni nella tecnica moderna, che sin dalla loro scoperta alla fine del 1800 sono stati associati alla scienza della vita (il primo cristallo liquido osservato al microscopio era un colesterolo).

Nel Dipartimento è da tempo attivo un gruppo di esperti di modelli matematici per i cristalli liquidi. Molte sono le ricerche e le collaborazioni in cui il gruppo è già coinvolto; qui si tratteggia solo una tra le nuove che si intendono intraprendere.

Le malattie di Alzheimer e Parkinson sono gravi piaghe sociali che si ritengono legate ad abnormi aggregazioni proteiche nel sistema nervoso umano. In collaborazione con altri esperti dell'Ateneo, si vorrebbe studiare un modello di aggregazione basato su un'interazione proteica in cui azioni repulsive steriche, primariamente legate alle forme geometriche che le proteine possono assumere, si combinano con altre azioni attrattive, primariamente di natura dispersiva legate alla composizione chimica delle proteine. Così geometria e meccanica si combinerebbero per svelare (e forse imparare a correggere) gravi difetti della vita.

### Geometria

La geometria, tradizionalmente confinata alla descrizione delle figure piane o solide, ha avuto negli ultimi 2 secoli sviluppi in molteplici direzioni: da una parte si è dato un senso allo studio di enti geometrici multi-dimensionali, dall'altra si sono elaborati strumenti atti a descrivere matematicamente forme curve o comunque irregolari.

Questo bagaglio concettuale ha trovato importanti applicazioni in diversi ambiti: la relatività generale di Einstein e le teorie di campo su cui è basata la fisica moderna sono forse i 2 esempi più significativi. In Dipartimento sono attivi 2 filoni di ricerca in geometria, 1 a indirizzo algebrico e 1 a indirizzo differenziale.

Nel primo filone si considerano enti geometrici definiti da equazioni polinomiali e se ne studia la geometria legandola alla struttura delle equazioni, con metodi soprattutto algebrici e topologici. Il secondo filone usa metodi analitici e topologici per investigare enti geometrici lisci quali curve e superfici e loro generalizzazioni pluridimensionali, tra cui modelli di spazi-tempo e buchi neri utilizzati in relatività generale e cosmologia.

### I risultati del Progetto RALLO-Mathesia

A luglio 2017 il Dipartimento ha vinto un bando pubblicato da Mathesia, la prima piattaforma italiana di "crowdsourcing" in ambito matematico, con un progetto mirato all'ideazione di un simulatore a eventi discreti in grado di prevedere l'andamento di una giornata di lavoro di un call center. Dal punto di vista del matematico applicato, la caratterizzazione della distribuzione dei tempi di lavorazione degli operatori di un call center è stato il punto di partenza dell'analisi del problema per cercare di comprendere il meccanismo elementare (interazione microscopica) che giustifica, nel problema evolutivo, la formazione del profilo lognormale (equilibrio macroscopico).

Il principale risultato teorico di questo progetto applicativo è stato quello di riuscire a dare una spiegazione, basata sulla meccanica statistica, del motivo per cui si vengono a formare delle distribuzioni lognormali in questo contesto.

Il simulatore progettato durante il progetto è ad oggi in uso nei call center gestiti da ComData, azienda che ha finanziato il progetto.

# Medicina Molecolare: “un Dipartimento medico ma con radici biologiche molto forti”

Intervista a

**Ermanno Gherardi,**

Direttore del Dipartimento  
di Medicina Molecolare

**A quanto ammonta il finanziamento ottenuto dal MIUR?**

“Il finanziamento richiesto era di 8 milioni di euro e il MIUR ce ne ha accordati 7.983.000. È un finanziamento importante che servirà al Dipartimento di Medicina Molecolare, come agli altri dipartimenti dell’Università di Pavia. Una parte verrà utilizzata per acquistare grande strumentazione da condividere con l’intera comunità scientifica locale. L’ottica con cui abbiamo lavorato da subito, per quanto concerne questa domanda di finanziamento al Ministero, è un’ottica di supporto al Dipartimento e di supporto all’Ateneo in generale, direi quasi in egual misura.

Il bonus è suddiviso in 3 parti: il 50% per il personale, circa il 25% per le spese correnti della ricerca e circa il 25% per le ‘facilities’ (che considero strategiche). Grazie a questi macchinari infatti alcuni dei progetti che il Dipartimento ha sottoposto al MIUR non sarebbero realizzabili.

Abbiamo richiesto uno spettrometro a risonanza magnetica nucleare di grande qualità, che quindi complementa una macchina simile più antica e più limitata già presente in

Ateneo al Centro Grandi Strumenti. Il nuovo spettrometro consentirà nuovi studi che lo strumento più antico non avrebbe consentito. Un microscopio ottico ad alta risoluzione, insieme ad un microscopio con caratteristiche simili, ma non identiche, richiesto dal Dipartimento di Biologia e Biotecnologia “L. Spallanzani”, costitueranno una sorta di ‘facility’ a cui avranno accesso tutti i nostri ricercatori.

Quindi anche in questo caso il nostro strumento e lo strumento fratello del DBB consentiranno di raggiungere nuovi importanti traguardi.

La parte per la spesa corrente, che ritengo fondamentale, è quella dedicata ai costi vivi, quotidiani, etc., della ricerca.”

**Parliamo della cifra destinata al personale.**

“Il contributo ministeriale consentirà l’acquisizione di nuovo personale, e questo a mio avviso è chiaramente positivo, ma il MIUR avrebbe potuto o dovuto lasciare libertà ai Dipartimenti di indicare la quota del finanziamento per il reclutamento invece ha imposto una soglia minima del 50% che è quella che il nostro Dipartimento ha adottato. Dico questo perché forse sarebbe stato preferibile investire ancora di più in spese vive per la ricerca e ancora di più in strumentazione.

Credo che il disavanzo, il vuoto da colmare, sia maggiore in questi settori piuttosto che nel campo del personale dove i numeri sono tutto sommato ragionevoli, quindi le università italiane sono state più brave a salvaguardare il personale piuttosto che l’infrastruttura o le spese quotidiane per la ricerca.

Comunque le nuove forze contribuiranno sicuramente alla realizzazione di nuovi progetti e quindi il Dipartimento è felice di questo contributo importante: è un discorso di necessità relative.”



### Le novità nel campo della didattica?

“Al nostro Dipartimento afferisce il Corso di Medicina e Chirurgia in lingua inglese ‘Harvey’ e per quanto concerne questo corso molto lavoro è già stato fatto e molto lavoro rimane da fare; ci sono altri 2 corsi che afferiscono al Dipartimento uno dei quali è il Corso di Laurea Magistrale in Biotecnologie Mediche e Farmaceutiche e il terzo è un Corso di Laurea triennale in Medicina per Tecnici di laboratorio. Nella proposta inviata al Ministero, il Dipartimento ha indicato il desiderio e l'intenzione di ampliare e di ristrutturare il Corso di Biotecnologie Farmaceutiche: è un corso importante e l'idea è di renderlo un corso internazionale come il Dipartimento ha già fatto l'Harvey. Il progetto di Medicina Molecolare in campo didattico è principalmente questo cioè quello di riformare e internazionalizzare il Corso di Biotecnologie Farmaceutiche. Questo lavoro inizierà presto, nel giro di un paio di anni, e potrebbe essere già nella nuova configurazione.”

### Il progetto presentato al Ministero ha un titolo preciso?

“Il progetto ha un titolo molto ampio e copre tante linee di ricerca. Il Dipartimento di Medicina Molecolare è infatti molto composito, è un dipartimento medico ma con radici biologiche molto forti e quindi ha caratteristiche un poco ibride. Questo significa che sotto questo cappello ci sono progetti più vicini alla ricerca biologica di base e altri invece più vicini alla ricerca clinica. È la natura del Dipartimento, è la filosofia con cui è nato, e quindi le quattro componenti in cui si articola il progetto inviato al MIUR riflettono in parte anche la natura composita del Dipartimento, a cavallo dunque tra la ricerca di base e la ricerca clinica. Si parte dagli studi di Genetica umana e il loro impatto su, per esempio, malattie cardiache, o patologie dell'osso o del sistema nervoso centrale. Un altro importante filone di ricerca comprende una serie di patologie causate dal comportamento anomalo di alcune proteine (e alle relative strutture) che causano danni alle cellule in cui questo processo avviene. È questa la base di patologie come l'Alzheimer o altre malattie che vanno sotto il nome di Amiloidosi. Si tratta di due dei campi in cui i ricercatori dell'Università di Pavia stanno lavorando con risultati da sempre apprezzabili. Un terzo capitolo riguarda invece la ricerca sui tumori, sia a livello preclinico sia a livello clinico, mentre il quarto e ultimo tema del nostro progetto concerne gli studi sulla rigenerazione dei tessuti. Un settore nuovo per certi versi ma strategico per la medicina contemporanea perché molte delle patologie che coinvolgono persone che vivono in paesi come il nostro, sono di tipo degenerativo.”



# LA MEDICINA MOLECOLARE TRA LE DISCIPLINE D'ECCELLENZA

## Malattie rare del cuore, dello scheletro, del sistema nervoso e del sangue

I diversi gruppi del Dipartimento di Medicina Molecolare che negli anni si sono distinti in campo nazionale e internazionale per lo studio genetico, molecolare e traslazionale di cardiomiopatie ereditarie, malattie scheletriche, metaboliche e neurologiche, si sono posti 3 obiettivi principali per il prossimo quinquennio.

La prima sfida sarà l'identificazione delle cause genetiche di malattie rare ancora non diagnosticate. L'attenzione sarà focalizzata su cardiomiopatie ereditarie, patologie vascolari, malattie dell'osso e delle cartilagini, malattie neurologiche, e malattie metaboliche. I ricercatori dell'Università di Pavia si avvantaggeranno della disponibilità di ampie biobanche annotate con i dati clinici corrispondenti ai soggetti di cui sono disponibili i campioni biologici. Sarà quindi possibile integrare i dati molecolari con quelli clinici per definire importanti correlazioni genotipo fenotipo.

L'accesso alle casistiche e ai registri nazionali di pazienti con queste patologie rare sono supportati anche dalle associazioni di pazienti con cui i ricercatori sono in contatto per garantire un flusso di comunicazione con le famiglie affette sugli avanzamenti delle conoscenze scientifiche.

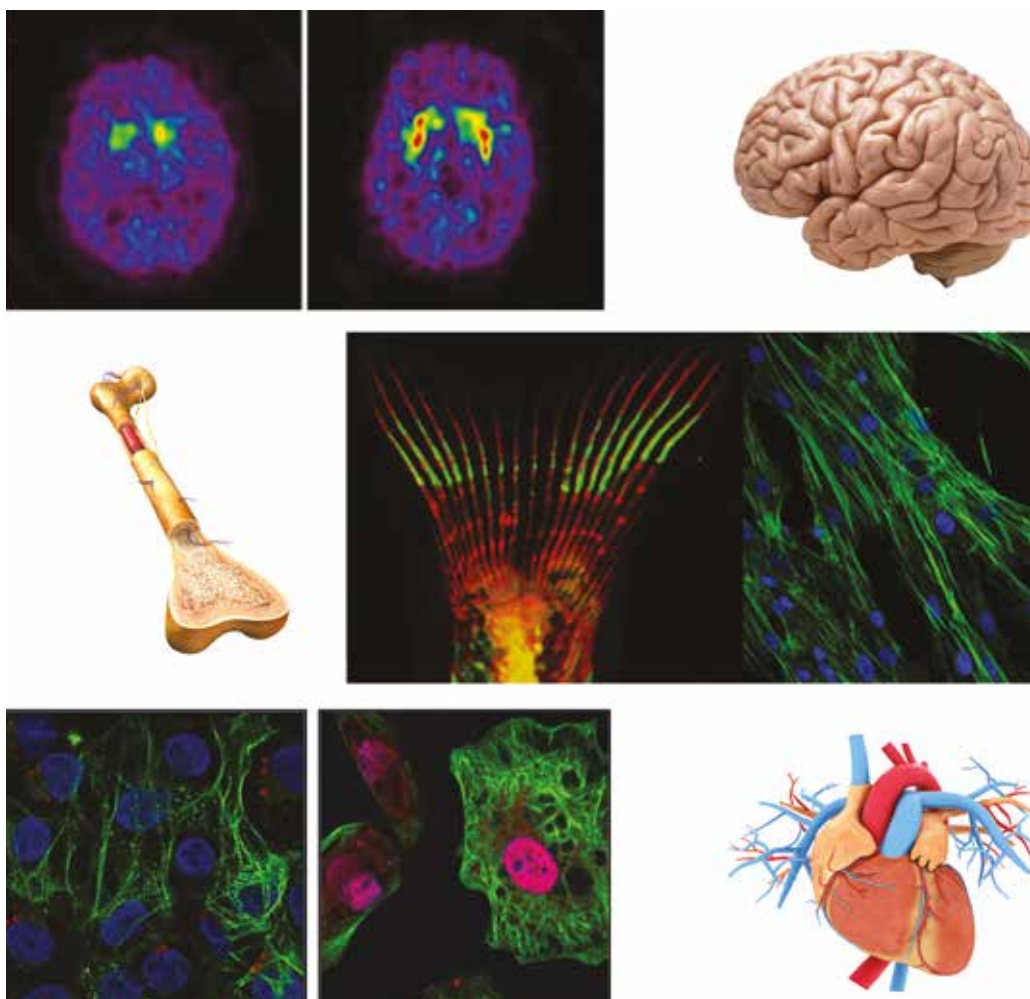
Lo studio proposto consentirà di identificare nuovi geni-malattia mediante strategie di sequenziamento di nuova generazione, e di comprendere le cause della variabilità fenotipica spesso osservata anche in pazienti portatori della stessa mutazione genetica. I risultati ottenuti miglioreranno la diagnosi, la consulenza genetica e la gestione clinica dei pazienti.

Il secondo obiettivo sarà quello di approfondire la conoscenza dei meccanismi responsabili di tali patologie al fine di identificare nuovi bersagli terapeutici. Questo obiettivo sarà sviluppato attraverso lo studio di innovativi e complementari modelli in vitro, quali: cardiomiociti isolati dal cuore di modelli murini e suini geneticamente modificati;

cellule staminali pluripotenti indotte ottenute da pazienti affetti dalle patologie rare in studio, che saranno differenziate nei diversi tessuti di interesse sia in adesione che in strutture tridimensionali (organoidi); condrociti e osteoblasti primari di topi transgenici e di pazienti. A complemento delle informazioni ottenibili dai modelli in vitro saranno sviluppati anche nuovi modelli animali quali: modelli suini che riproducono le malattie cardiache ereditarie umane; modelli 'zebrafish' per patologie scheletriche e per difetti di sviluppo del sistema nervoso centrale; modelli murini

di patologie rare causate da mutazioni in nuovi geni la cui funzione è ancora sconosciuta. La caratterizzazione di questi modelli si baserà su tecnologie all'avanguardia che oltre alle metodiche di microscopia ad alta risoluzione, microtomografia computerizzata e tomografia, comprenderanno anche strategie 'omiche' (trascrittomica, proteomica, metabolomica) e studi elettrofisiologici ('patch clamp', 'calcium imaging', 'optogenetic').

L'ambizioso obiettivo finale sarà quello di sviluppare nuove terapie patologia-specifiche: dal riposizionamento di farmaci, alla sintesi di piccole molecole, alle terapie geniche che verranno anche testate in studi pilota in clinica.



## Malattie causate da 'misfolding' delle proteine

Le malattie da 'misfolding' proteico (le cosiddette proteopatie) comprendono malattie rare come l'amiloidosi e malattie di grande impatto sociale come l'Alzheimer e il Parkinson. Il progetto si propone di accrescere le conoscenze sulla patogenesi di queste condizioni e di sviluppare nuove diagnosi e cure.

Il primo obiettivo del progetto è di comprendere i meccanismi che portano all'aggregazione proteica. I ricercatori del Dipartimento hanno dimostrato che forze

biomeccaniche generate dal flusso dei liquidi, associate all'esposizione a superfici idrofobiche, possono indurre perturbazioni strutturali nelle proteine causandone la conversione amiloide. Hanno poi definito le modificazioni conformazionali che precedono la transizione fibrillare mediante NMR e hanno sviluppato nuove tecniche per studiare il ruolo dell'affollamento molecolare sull'aggregazione proteica.

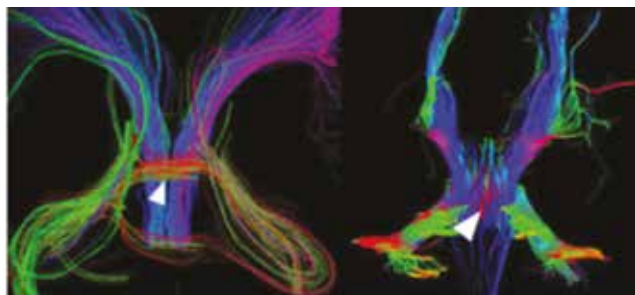
I risultati degli studi hanno portato a una nuova teoria sul meccanismo patogenetico delle amiloidosi sistemiche, verificabile sperimentalmente e clinicamente.

Il secondo obiettivo consiste nell'identificare,

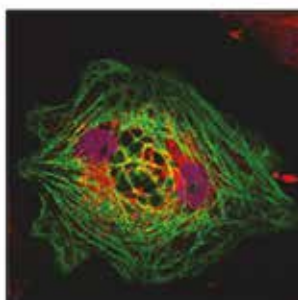
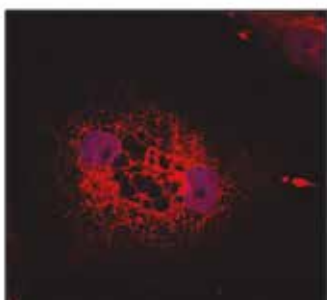
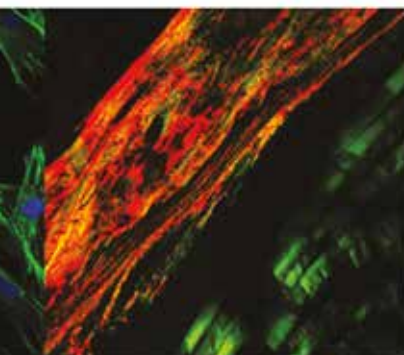
attraverso approcci di proteomica-metabolomica e genomica, nuovi marcatori che permettano di anticipare la diagnosi a uno stadio pre-fibrillare. La dissezione molecolare dei depositi amiloidi è resa possibile dall'accesso a banche di tessuti (Pavia e Londra), da nuove analisi proteomiche con spettrometri di ultima generazione, e da altre procedure ad alta specificità e sensibilità, inclusa la microscopia FTIR. Lo sviluppo di una piattaforma di metabolomica permetterà di studiare il metabolismo energetico su frustoli biotici, una nuova stadiazione della malattia e lo studio della risposta a nuove terapie.

I ricercatori del Dipartimento rappresentano un elemento fondante di una rete europea (Francia-Spagna-Svezia-Germania-Inghilterra-Italia) che ha lo scopo di definire una classificazione molecolare delle amiloidosi. Altri studi preliminari indicano che nel caso di cellule cardiache le proteine amiloidi causano un importante stress ossidativo attraverso l'interazione con proteine mitocondriali, un'osservazione di grande rilevanza clinica. L'analisi di questo meccanismo di danno tissutale verrà indagato in modelli sperimentali in 'C elegans' e in un ceppo di 'zebrafish' che produce transtiretina (lo 'zebrafish' possiede il repertorio enzimatico necessario per l'amiloidogenesi di questa proteina). Inoltre, è in corso di generazione un modello murino in cui sono state introdotte catene leggere immunoglobuliniche amiloidogeniche. Un'ulteriore strategia importante e innovativa di questo progetto riguarda l'identificazione e la validazione di farmaci che bloccano l'aggregazione proteica. Questi sarebbero in grado di mimare i naturali partner cellulari ad azione anti-aggregante.

Gli studi in questo campo si avvalgono di collaborazioni con industrie quali Novartis, Pfizer, Alnylam e Ionis, assieme alle quali i ricercatori del Dipartimento potranno identificare nuovi farmaci che impediscano la conversione fibrillare delle proteine. Alcune di queste molecole si sono dimostrate infatti fortemente competitive rispetto a quelle già a disposizione.



**Le aree di ricerca del progetto Malattie rare sono quattro. Tre di queste sono illustrate nella figura (malattie degenerative del sistema nervoso centrale, malattie dell'osso e del cuore). La quarta area di ricerca riguarda malattie genetiche dei componenti del sangue**



## Cancro

I tumori costituiscono un gruppo complesso ed eterogeneo di patologie causate da una serie di mutazioni genetiche e di altre alterazioni che portano alla perdita del controllo dei normali processi cellulari. Il risultato finale di questi è la crescita abnorme e la disseminazione attraverso l'organismo di popolazioni cellulari che sovvertono la struttura e la funzione dei tessuti, e spesso portano al decesso del paziente. I ricercatori del Dipartimento sono impegnati nello studio dei tumori a diversi livelli, pre-clinici e clinici. Il comportamento delle cellule tumorali è dunque complesso e non del tutto conosciuto. L'obiettivo è quello di definire le basi molecolari del fenomeno di 'neighbour suppression of tumour growth', cioè la capacità delle cellule normali, in contatto diretto con cellule tumorali, di abrogare la crescita di queste ultime. Altre linee di ricerca nel campo della biologia della cellula tumorale riguardano lo studio delle connessioni tra la riparazione del DNA e la proliferazione cellulare e, specificamente, l'effetto strutturale e funzionale di mutazioni in proteine quali DDB1 e DDB2, nonché sulla loro capacità di interagire con PCNA, i meccanismi attraverso cui determinate proteine batteriche causano i tumori. Ulteriori studi si concentrano sulle alterazioni che la crescita tumorale induce sul muscolo scheletrico.

Il Dipartimento di Medicina Molecolare dell'Università di Pavia ha poi programmi di ricerca originali che includono la produzione di anticorpi, enzimi e piccole molecole che inibiscono la crescita o la disseminazione dei tumori nell'organismo. I nuovi studi verteranno sulla produzione di anticorpi diretti a tre recettori di membrana chiamati RON, RYK e ROR, coinvolti nella crescita tumorale. Il lavoro nei laboratori pavesi seguirà anche: lo sviluppo di varianti dell'enzima L-asparaginasi per la terapia di leucemie e tumori solidi; la

caratterizzazione dell'attività antitumorale di composti della famiglia del resveratrolo; lo studio del traffico cellulare di nanoparticelle come veicoli efficaci di farmaci anti-tumorali. I ricercatori specializzati in ambito clinico invece sono stati tra i primi a classificare i tumori ematologici su base molecolare e ad adottare terapie personalizzate in funzione del profilo mutazionale, in particolare in leucemie e linfomi. Queste strategie porta infatti a migliorare l'impatto della terapia, e verrà estesa anche a nuovi gruppi di pazienti con neoplasie ematologiche rare, con l'intento di definire percorsi diagnostici e modelli prognostici innovativi, così come consentirà di condurre studi interventistici in collaborazione con le industrie farmaceutiche attive in questo campo.

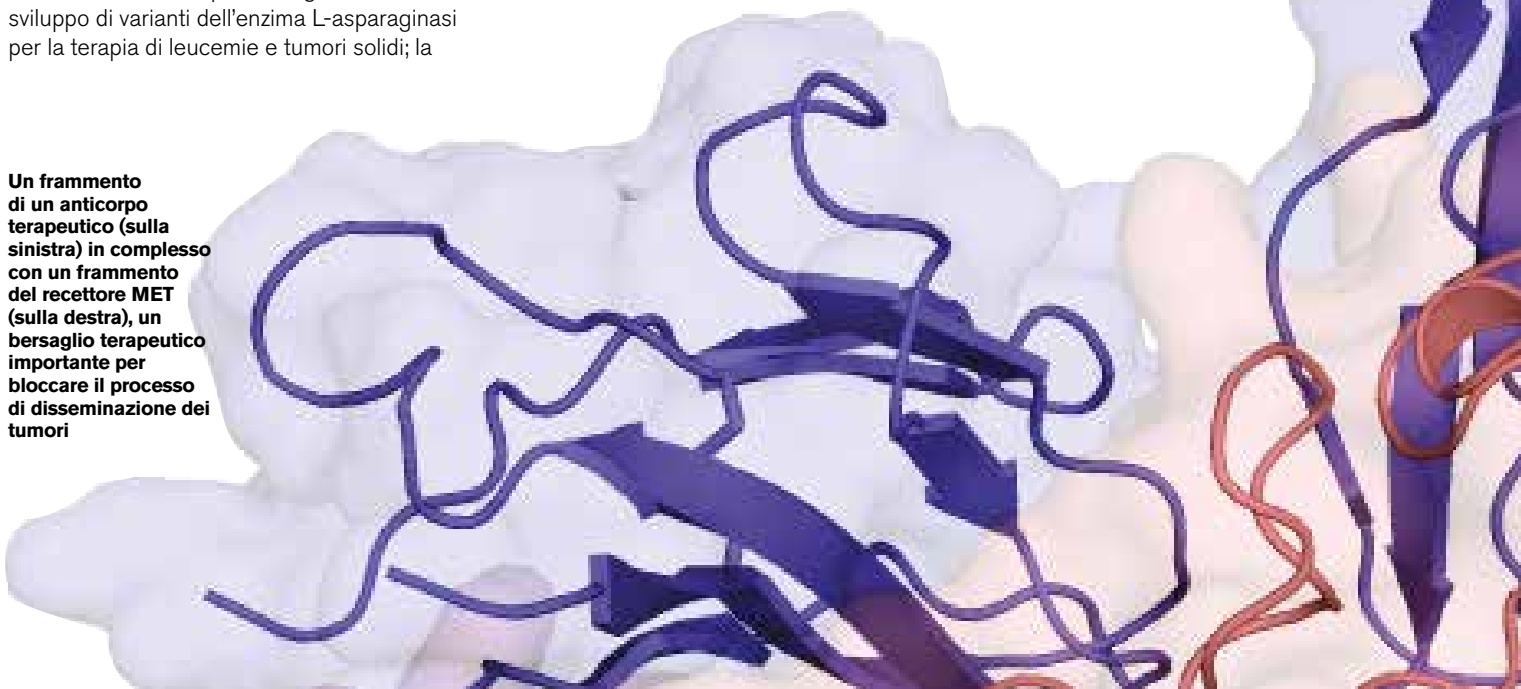
## Rigenerazione dei tessuti

I tessuti possono essere danneggiati da traumi, malattie o dal semplice invecchiamento. Tutti i tessuti contengono cellule staminali in grado, in teoria, di sostituire le cellule danneggiate. In pratica, il potenziale rigenerativo dei diversi tessuti varia considerevolmente: quella del tessuto nervoso e miocardico è bassissima, quella del muscolo scheletrico è maggiore ma incompleta. Su questo fronte il Dipartimento è attivo su 4 importanti linee di ricerca che spaziano dal midollo osseo al muscolo cardiaco e scheletrico, fino agli organi epiteliali. Nel microambiente del midollo osseo la cellula staminale ematopoietica è in grado di differenziare nei precursori della maggior parte delle cellule del sangue. I ricercatori hanno scoperto che un cosiddetto 'scaffold' tridimensionale costituito da fibroina, il costituente principale della seta, consente

la sopravvivenza, la proliferazione e la differenziazione delle cellule staminali emopoietiche. Questo risultato offre potenzialità straordinarie per studiare l'ematopoiesi e la produzione di specifici tipi cellulari su larga scala (una sorta di midollo osseo artificiale), anche a scopo terapeutico. Per quanto riguarda la rigenerazione del muscolo cardiaco i ricercatori del Dipartimento hanno dimostrato che le cellule staminali mesenchimali adulte inducono riparazione e rigenerazione del miocardio danneggiato attraverso un meccanismo paracrino e sono efficaci nel trattamento dell'infarto. Gli obiettivi futuri di questi studi puntano all'ulteriore sviluppo di terapie cellulari dell'infarto e all'utilizzo di cardiomiociti derivati da cellule staminali pluripotenti indotte (iPSC) paziente-specifiche per la definizione di meccanismi fisiopatologici di malattie aritmogene ereditarie, come pure alla valutazione dell'effetto di nuove terapie farmacologiche.

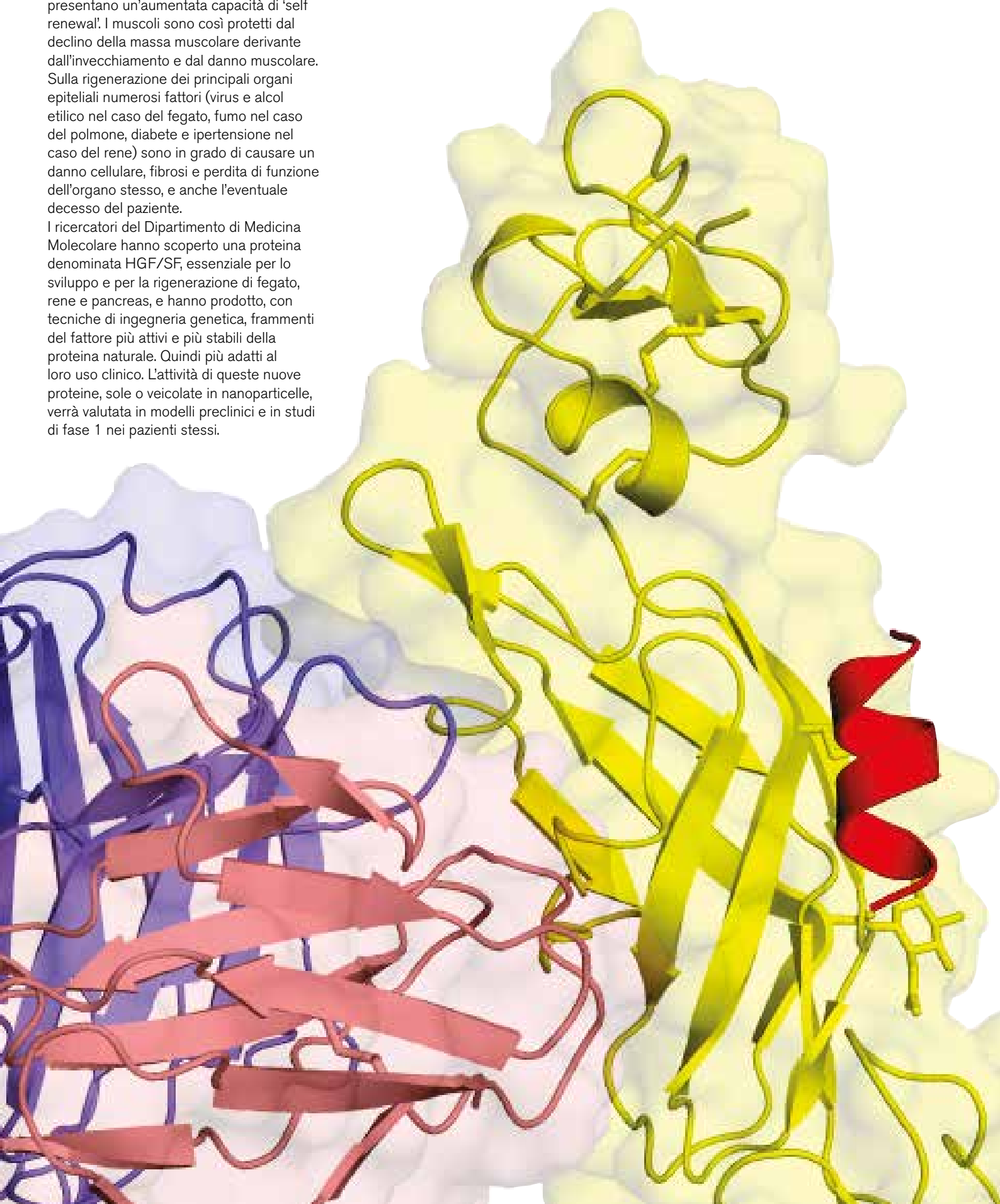
Il muscolo scheletrico ha una buona, ma non completa, capacità rigenerativa grazie alla presenza di cellule staminali, le cellule satelliti. I ricercatori intendono valutare gli effetti della inibizione di un enzima, il PIN1, nel favorire la rigenerazione. PIN1 è una 'peptidil prolil cis/trans isomerasi' che interagisce col fattore di trascrizione MEF2 e ne regola la conformazione e l'attività.

**Un frammento di un anticorpo terapeutico (sulla sinistra) in complesso con un frammento del recettore MET (sulla destra), un bersaglio terapeutico importante per bloccare il processo di disseminazione dei tumori**



In assenza di PIN1 le cellule satelliti presentano un'aumentata capacità di 'self renewal'. I muscoli sono così protetti dal declino della massa muscolare derivante dall'invecchiamento e dal danno muscolare. Sulla rigenerazione dei principali organi epiteliali numerosi fattori (virus e alcol etilico nel caso del fegato, fumo nel caso del polmone, diabete e ipertensione nel caso del rene) sono in grado di causare un danno cellulare, fibrosi e perdita di funzione dell'organo stesso, e anche l'eventuale decesso del paziente.

I ricercatori del Dipartimento di Medicina Molecolare hanno scoperto una proteina denominata HGF/SF, essenziale per lo sviluppo e per la rigenerazione di fegato, rene e pancreas, e hanno prodotto, con tecniche di ingegneria genetica, frammenti del fattore più attivi e più stabili della proteina naturale. Quindi più adatti al loro uso clinico. L'attività di queste nuove proteine, sole o veicolate in nanoparticelle, verrà valutata in modelli preclinici e in studi di fase 1 nei pazienti stessi.







# La metamorfosi dell'oggetto



Intervista a:

**Maurizio Harari,**  
Direttore del Dipartimento  
di Studi Umanistici

**È stato pensato un titolo particolare per la presentazione del progetto al MIUR?**

“Occorreva dare un titolo, un titolo che fosse evocativo. Abbiamo scelto ‘Metamorfosi dell’oggetto’, che è il titolo di una bellissima mostra d’arte contemporanea che fu realizzata a Milano, a Palazzo Reale, nel 1972. Quando io facevo l’ultimo anno di liceo, andai a visitarla: una mostra dedicata appunto a correnti dell’arte contemporanea, in cui l’oggetto raffigurato è completamente metamorfizzato rispetto alla realtà.

Mi è ritornato in mente il titolo di questa vecchia mostra di Milano, perché mi sembra che la metamorfosi dell’oggetto rappresenti bene il mestiere degli studiosi di ambito umanistico. Noi lavoriamo su vari tipi di oggetti, che non sono però gli oggetti naturali. Noi lavoriamo, in fondo, con oggetti artificiali, culturali. Vari oggetti: la lingua come oggetto, il prodotto letterario come oggetto. Oggetti fatti dalle mani dell’uomo: lo storico dell’arte che si occupa di scultura o di pittura, l’archeologo che si occupa di cocci rimasti nel sottosuolo. Questi sono oggetti materiali, ma da noi si studiano oggetti un po’ particolari, che implicano sia la materialità che l’immaterialità. Pensiamo agli studi di teatro e di cinema, dove siamo veramente al confine tra l’aspetto materiale e quello immateriale. Cercavo dunque un denominatore comune, non semplice da individuare tra studiosi che si occupano di cose disparate, e mi è piaciuta questa idea di un oggetto essenzialmente artificiale e in continuo cambiamento. Esso cambia non soltanto in quanto oggetto, ma cambia anche in quanto cambia l’approccio degli studiosi. Ogni studioso porta infatti dentro all’oggetto che ha di fronte la propria cultura, il proprio tempo e il proprio spazio: chi si occupa di Medioevo, piuttosto che di antichità, ha a che fare con oggetti culturali

di tempi e spazi diversi. Ma, proprio perché ogni studioso appartiene al suo presente, il rapporto che stabilisce con questi oggetti non è neutro. La nostra non è una scienza oggettiva, non possiamo fare esperimenti di laboratorio per dimostrare che abbiamo ragione, perché si crea una necessaria interferenza tra studioso e oggetto: lo studioso un po’ cambia davanti al suo oggetto, ma anche l’oggetto cambia. Dante, come veniva letto nel tardo Ottocento, ai tempi di Francesco De Sanctis, non è Dante come lo leggiamo oggi; ma ciò vale un po’ per tutto. Vale per quel continuo cambiamento, che è inerente all’esercizio critico. Perciò mi pareva che il titolo fotografasse bene il nostro modo di lavorare. I significati delle cose che studiamo non sono mai stabili, sono in continuo arricchimento, in base alla relazione mai neutrale tra lo studioso e l’oggetto studiato, perciò mi sembra davvero che questa etichetta, come nostro slogan, vada bene.”

**Quali sono i temi principali del progetto?**

“Sono i temi su cui ho insistito nell’elaborazione del piano di sviluppo, condiviso dai colleghi del Dipartimento, ma steso e firmato dal Direttore. Occorre osservare che nel nostro Dipartimento esistono due Aree CUN, cioè due di quelle grosse ripartizioni che il Consiglio Universitario Nazionale fa delle discipline insegnate in università: abbiamo dunque l’Area 10, che comprende le scienze dell’antichità, la storia antica, il latino, il greco, naturalmente anche la letteratura italiana medievale, moderna, contemporanea, le lingue, la linguistica; ma abbiamo anche parecchi docenti che afferiscono all’Area 11, che è quella della filosofia, della pedagogia e della storia medievale, moderna e contemporanea. Occorreva decidere per quale area concorrere, e la scelta dell’area non poteva essere arbitraria, bensì legata al punteggio di base nelle pubblicazioni. Noi umanisti stavamo molto bene in tutte e due le aree, ma con una certa prevalenza dell’Area 10, quindi il nostro piano apparentemente premia soprattutto il versante 10 del Dipartimento, senza peraltro trascurare l’11. Quindi i temi su cui ho insistito nella mia progettazione sono temi che non hanno incluso con particolare risalto la filosofia o la storia contemporanea, non per cattiva volontà, ma perché questo era precisamente il taglio del bando ministeriale.

Ho quindi insistito su tre percorsi: il primo è un percorso che si potrebbe riassumere con titolo ‘Il mondo antico come network pluriculturale, mediterraneo ed euroasiatico’; rifacendomi dunque a una tradizione di studi dell’Università di Pavia, che è stata molto forte nel Novecento nel settore dell’antichistica, ma di un’antichistica globale, dove coabitano il mondo greco e quello romano, l’Oriente, il Vicino Oriente, il Levante. Il Vicino Oriente, che da noi ha visto, come sua via principale di approccio, la linguistica e l’epigrafia. Abbiamo avuto

grandi maestri, fra i quali Plinio Fraccaro, che ha posto molta attenzione anche al mondo del Mediterraneo orientale; Piero Meriggi, nel campo specifico dell'epigrafia e linguistica del mondo vicino-orientale e particolarmente dell'Anatolia; Luigi Moraldi, nell'ebraistica. In archeologia qui ha insegnato Arturo Stenico, che a lezione trattava argomenti di archeologia classica ma, quando andava a scavare, preferiva farlo in Egitto. Questo, per sottolineare come a Pavia si sia sempre studiata la storia antica in una prospettiva totale, davvero mediterranea. Io insisto molto su questo aspetto, che va conservato e valorizzato: un'idea che è stata premiata.

In tale prospettiva ho pensato di insistere su questi temi e di prospettare una ridefinizione della nostra offerta formativa nel campo delle antichità, in cui vorremmo proporre a studenti non italiani un corso di taglio archeologico in lingua inglese. Questo è uno degli obiettivi strategici del piano: captare un nuovo tipo di pubblico studentesco. In effetti, l'offerta di studiare in Italia può essere attrattiva per studenti di lingua inglese: ciò significa, oltre alle lezioni all'università, musei, siti di scavo sul nostro territorio, visite guidate ovunque. Nella voce chiamata 'Miglioramento della didattica' ci sarà spazio per migliorare anche questa parte della didattica, che si svolge fuori delle aule, in viaggio e in cantiere.

Nella presentazione ho pure sottolineato la presenza a Pavia di un filone di ricerca sul teatro greco, molto interessante, rappresentato dalla Prof. Anna Beltrametti: qui studio del teatro antico non significa solo leggere meravigliosi testi in aula, ma vuol dire anche raccogliere video, filmati, registrazioni di spettacoli messi in scena oggi. Una riflessione su come si possa mettere in scena oggi il teatro antico: con quali materiali, con quale stile di recitazione e di traduzione.

L'approccio premiato è da un lato molto estensivo (il 'Mediterraneo come network') e, dall'altro, attento a evitare pregiudiziali classicistiche: non c'è un primato della classicità. Il 'miracolo greco' sta dentro un mondo non greco, da cui i Greci avevano a loro volta recepito molto. Perciò un network, una rete con molti poli paritetici, in cui vi sono sì civiltà che si sviluppano in modo più complesso, ma senza un centro, un primato da assegnare. La seconda linea che ho valorizzato è sulla Civiltà letteraria italiana, il grande filone degli studi di italianistica della nostra Università. Ovvio ricordare i grandi maestri degli anni in cui ero studente, quando si potevano seguire lezioni di Maria Corti, Cesare Segre, Dante Isella. Un momento difficile da ripetere, ma ci stiamo provando e perciò puntiamo sull'aspetto della letteratura italiana contemporanea, in cui un ruolo significativo ha sicuramente Clelia Martignoni, e del Centro Manoscritti, che è autonomo dal Dipartimento, ma

con collegamento molto stretto, unicità dell'Università di Pavia nata da un'idea di Maria Corti, non è semplicemente un archivio o una specie di museo letterario: significa ricerca militante, tesi di dottorato, e può significare anche alta divulgazione, visite scolastiche e mostre temporanee.

Siamo avanti anche in questo ambito: riflettiamo infatti su come conservare per il futuro il materiale di sperimentazione e di prova di scrittura di autori contemporanei, che lavorano ormai solo sul computer. I libri, sotto questo punto di vista, sono molto tranquillizzanti: abbiamo verificato, dopo secoli e secoli, che reggono! Il libro fu già una grande invenzione, rispetto al rotolo; fra l'altro, il tema del passaggio dal rotolo al libro è un tema di attualità nella filologia contemporanea, si cerca di capire dove, quando e come si sia prodotta questa svolta in epoca tardoantica. Possiamo paragonarle la svolta che stiamo vivendo adesso: dal libro, che di per sé sembra destinato a tramontare, ad altre forme di registrazione. Il libro cartaceo non tramonterà, in quanto abbiamo verificato che regge bene al tempo; non sappiamo invece quanto dureranno i nostri CD, le nostre piste magnetiche: cose nuove su cui fare sperimentazione.

Puntiamo su queste cose. Puntiamo su ulteriori sviluppi di quel 'Piano strategico tematico' di Ateneo, che s'intitola 'La lingua del diritto' e sta funzionando molto bene: sono in atto accordi col Senato, con l'Accademia della Crusca, c'è un Master specialistico, ci sono già prodotti saggistici molto interessanti. In questo caso si vogliono mettere in diretta relazione l'aspetto della riflessione sulla comunicazione verbale e il diritto: è chiaro che scrivere bene le leggi vuol dire applicarle più facilmente.

Restando nell'ambito della contemporaneità, c'è un altro aspetto cui teniamo molto, quello della ricerca sulla memoria, che cura soprattutto la docente di storia del cinema, Federica Villa: il cinema, la fotografia, il documentario, come modalità di conservazione della memoria. Questo è un altro degli aspetti su cui puntiamo in chiave di sperimentazione: cinema, teatro, arti visive.

Un terzo percorso, premiato dalla Commissione ministeriale, riguarda il settore della linguistica generale e delle lingue moderne ed è prevalentemente imperniato sull'inglese. Anche l'inglese è uno degli oggetti culturali in metamorfosi, su cui vogliamo concentrare l'attenzione. Ci puntiamo anche per ragioni pratico-operative: l'inglese è una lingua che tutti chiedono, che tutti devono conoscere. Noi intendiamo approfondire la riflessione sul rapporto tra inglese e italiano prima di tutto a livello della didattica, pensando agli



**Il futuro chiostro  
delle lauree del  
Dipartimento di Studi  
Umanistici**

studenti stranieri e a come insegnare l'italiano a chi parla inglese e a come si pone, per esempio, il rapporto fra il testo inglese originale e il doppiaggio italiano: stiamo conducendo sistematiche ricerche sul doppiaggio. Il tema delle traduzioni nei media produce risultati molto interessanti. C'è ovviamente anche la letteratura inglese (e non solo la lingua inglese) nel nostro interesse, ma portiamo speciale attenzione alla problematica delle traduzioni, in quanto viviamo una situazione di multiculturalismo, in cui l'esigenza d'intendersi sta diventando assolutamente centrale: uno dei filoni di ricerca che stanno avendo maggiore impatto nel rapporto con la società.

Un altro dei nostri piani strategici di Ateneo concerne le Migrazioni, dove la tematica delle lingue è fortemente presente. Gente che viene da tutte le parti del mondo ad abitare qui da noi: bisogna insegnare l'italiano a persone che hanno categorie linguistiche differenziate. Perciò molta sperimentazione sulle interrelazioni tra gente che parla lingue diverse e cerca una mediazione in questo strano inglese comune, che è diventato una specie di esperanto: un inglese 'esperantico', che rassomiglia abbastanza poco al vero inglese e però diventa essenziale, necessario. E un altro interrogativo: come non far morire l'italiano in tutto questo? La riflessione del settore linguistico sarà soprattutto incentrata sul rapporto dell'inglese con le altre lingue. In conclusione, questi sono i tre percorsi principali della 'Metamorfosi dell'oggetto'. Un triplice itinerario: il Mediterraneo nel mondo antico; la civiltà letteraria italiana, soprattutto contemporanea; la centralità dell'inglese in un

quadro di multiculturalismo."

### **Quale cifra è stata destinata al Dipartimento e in cosa investirete?**

"La cifra complessiva supera gli otto milioni di euro in cinque anni, con cui prima di tutto acquisiremo – a integrazione della programmazione ordinaria di ateneo – nuove risorse di docenza (un Professore Ordinario, due professori associati, tre ricercatori del tipo B, due ricercatori del tipo A, sette assegnisti di ricerca) e potremmo avere anche cinque promozioni di carriera per docenti già presenti in organico."

### **Per quanto riguarda le infrastrutture cosa avete in mente di sviluppare?**

"Avremo inoltre circa un milione di euro per la biblioteca, e nel mio piano ho pensato essenzialmente ad acquisti librari, per fare della Biblioteca di Studi Umanistici di Pavia la migliore dell'Italia del Nord. Avevo citato espressamente, nella domanda inoltrata per il bando, il modello dell'Università di Heidelberg, il modello tedesco. In Germania da tempo hanno optato per una strategia di specializzazione nella dotazione libraria delle varie università: Heidelberg è il polo umanistico principale, in Germania, e lì vengono convogliate le risorse principali per gli acquisti librari di quell'ambito; perciò ho indicato Heidelberg come nostro modello. La cifra indicata sarà pure spalmata nell'arco dei cinque anni del piano di sviluppo. Il patrimonio librario e di riviste, così potenziato, sarà accolto da una bella struttura al centro della città, nel ristrutturato Palazzo San Tommaso, a una sezione della quale



potranno accedere liberamente i cittadini, e per di più dotata di un auditorium con ingresso autonomo dalla piazza: se domani dovessimo organizzare eventi, non ci sarà bisogno di aprire l'accesso principale all'edificio, ma basterà aprire quell'ingresso, indipendentemente. Ci sarà anche un grande bar, al pian terreno: insomma, tante cose!"

### Ci saranno interventi anche nella didattica?

"Abbiamo richiesto e ottenuto più o meno la stessa cifra, un altro milione, per le attività didattiche di alta qualificazione. Ciò significa didattica non banale: per esempio, possiamo far venire dall'estero a Pavia professori famosi e pagarli con questa risorsa di eccellenza; organizzare seminari internazionali con personaggi illustri; confezionare nuovi Master molto sofisticati, con contratti importanti per personaggi venuti da fuori.

Debbo naturalmente ricordare come queste risorse di provenienza ministeriale siano integrate da un significativo cofinanziamento, messo a disposizione dall'Ateneo, per rendere più forte la nostra domanda, per far vedere che la domanda trovava appoggio, e quindi abbiamo anche risorse interne che si aggiungono. In pratica, il budget di eccellenza è di oltre otto milioni, ma grazie al cofinanziamento di ateneo andiamo oltre i tredici milioni complessivi. Di questi tredici milioni, insomma, circa otto sono quelli che arrivano dal Ministero, premiali, mentre il resto è una somma che già ci appartiene.

Importante sarà attuare questo piano seriamente, perché su questa serietà sarà misurata la nostra possibilità di concorrere nuovamente - ammesso che questo tipo di finanziamento ministeriale continui, come spero.

A mio parere, si tratta davvero di una svolta, anche in senso politico, molto importante. Non era mai accaduto. Finalmente premiata la produttività scientifica: una cosa mai successa! Buttar soldi a pioggia non è produttivo. Si sapeva da sempre, per esempio, che quasi tutte le università dell'Italia del Nord funzionano meglio di quasi tutte quelle del Sud, ma solo ora una Commissione nazionale l'ha messo nero su bianco, attraverso una valutazione comparativa. Sono molto grato, anche in senso politico, di questa iniziativa: si premia, finalmente. In altri paesi si fa da tanto tempo. Si può sbagliare nel dare premi, ma dobbiamo correre il rischio di sbagliare. Alla base di tutto questo, c'è il sistema di valutazione ministeriale VQR, che buona parte dei colleghi rifiuta, con alcune buone ragioni di natura tecnica, ma l'unica via per ottenere risorse è farsi valutare. Io per primo trovo che dare giudizi sia un esercizio pesante: si può sbagliare, e ci si pente; ma è l'unica via. Se non si entra nella logica del valutare ed essere valutati, rimarremo sempre indietro. Le università che sono ai primi posti

della classifica, lo sono perché si sono fatte valutare. Questa iniziativa è dunque un grande segnale, cerchiamo di farla fruttare."

### Da cosa inizierete?

"La prima rata del budget sarà disponibile alla fine di marzo, e bisognerà subito partire con i concorsi dei nuovi professori, perché nei primi due (o al più tardi tre) anni dei cinque l'acquisizione dei nuovi professori, assegnisti, ecc. dev'essere completata, in modo che negli anni successivi il processo di sviluppo si renda visibile. Molte iniziative nuove si potranno giudicare a partire dal terzo anno del progetto, una volta completata l'acquisizione delle risorse di docenza. Il piano premia maggiormente i docenti dell'Area 10 (che abbiamo già ricordato), ma anche l'Area 11 ne trarrà beneficio. Tutto ricade su tutto: se la biblioteca si potenzia, è un beneficio per tutti, così come le varie attività didattiche di alta qualificazione sono per tutti. Insomma, non c'è nessuna esclusiva dell'Area 10."

### Quali sono le criticità da superare?

"Naturalmente, nel piano di sviluppo bisognava anche dire quali fossero i punti deboli da superare. Il punto debole per eccellenza è quello delle risorse di docenza. Veniamo infatti da una serie di anni in cui il turn over era stato molto ridotto, adesso praticamente siamo di nuovo uno a uno, ma gli effetti li vedremo fra un po', fra alcuni anni.

Un altro problema è il post-dottorato, l'ho detto espressamente nel piano, un punto cruciale: noi siamo didatticamente molto bravi, in Italia, nei primi cinque anni di studi universitari, anche rispetto alle grandi università straniere. Dove invece sono superiori, nettamente, sedi come Cambridge, Oxford, Harvard ecc., è il Dottorato (PhD), soprattutto, e l'immediato Post-Doc: i loro dottori di ricerca, infatti, già al penultimo anno sono sollecitati da un ventaglio di sedi, che offrono contratti da Assistant Professor (l'equivalente del nostro Ricercatore), naturalmente temporanei, ma sono contratti in cui si ha uno scadenziario preciso, entro cui produrre un tot. di articoli scientifici: se li fai ti teniamo, se no vai in un'università minore. Noi sotto questo aspetto siamo debolissimi: quando un nostro giovane ha concluso il dottorato, si guarda quasi sempre inutilmente intorno. Ecco perché abbiamo previsto di bandire sette assegni di ricerca: tre anni pagati, che fra l'altro sono il prerequisito per partecipare a un concorso da ricercatore, una misura adeguata. Un punto debole cui cerchiamo di porre rimedio. In quei tre anni, che cosa potrà fare il giovane studioso? Il Post-Doc motivato quei tre anni li utilizzerà per mettere a punto una ricerca, che sia una sperimentazione preliminare alla partecipazione successiva a un bando europeo. Abbiamo sette assegni, e sono distribuiti un po' in tutti i settori: ce n'è per tutti."



# L'ECCELLENZA NEGLI STUDI UMANISTICI

Un Dipartimento di Studi Umanistici per definizione studia ed elabora le produzioni culturali umane: quelle filologico-letterarie e artistiche (letterature antiche e moderne, arti e spettacolo, archeologia), quelle attinenti agli ambiti storico, storico-economico e geografico; e quelle filosofico-concettuali e storico-concettuali, pedagogiche e storico-pedagogiche e linguistiche (cioè il linguaggio e le lingue, dai punti di vista storico-antropologico, teorico e applicativo). Ciò significa dunque gestire il patrimonio intero della cultura e della memoria negli aspetti della conservazione, comprensione, riflessione e dello sviluppo di modelli interpretativi e applicativi, con le conseguenti ricadute di ordine sociale. Perciò le attività della cosiddetta Terza Missione, che comprende tutte le forme di trasferimento della conoscenza verso la società e il territorio, appaiono particolarmente congeniali a un Dipartimento di Studi Umanistici, dove la ricerca è di regola di base e quasi mai applicata. Si può anzi affermare che l'aspetto applicativo delle "humanities" è essenzialmente riconoscibile nella forma della Terza Missione e d'impatto misurabile nei risultati di questa.

*“Nel piano di sviluppo presentato al MIUR si è anche parlato un po’ dei musei dell’Università di Pavia, proprio per far vedere quali sono le caratteristiche specifiche della città, rispetto ad altre sedi accademiche. La presenza di queste risorse museali – in particolare, per l’Area 10, il Museo di Archeologia – è possibile, evidentemente, solo in università di antica tradizione.”*

Cappella delle Sibille, Palazzo San Tommaso





# ricerca @unipv

supplemento alla testata UNIPV.NEWS  
il Magazine dell'Università di Pavia

**Quadrimestrale, anno 2**

**Numero 3, luglio 2018**

A cura di

**Stefania Muzio**

Con la collaborazione di

**Andrea Taccani**

Direttore Responsabile

**Fabio Muzzio**

Editore

**Università degli Studi di Pavia**

Autorizzazione Tribunale di Pavia  
n.694/08

Un ringraziamento particolare per  
la preziosa collaborazione a

**Maria Giovanna Mazzocchi Bordone**

Si ringraziano

**Giuseppe Basile**

**Maurizio Rossin**

**Il Servizio Ricerca e  
Terza Missione**

Stampa

**Full Print Srl**

Contatti

**Servizio Comunicazione**

Strada Nuova, 65 – 27100 Pavia

redazione@unipv.it

tel. 0382 984154

Tutti i diritti riservati



UNIVERSITÀ  
DI PAVIA  
[www.unipv.eu](http://www.unipv.eu)

