

Dottorato di Ricerca /PhD

Molecular and Regenerative Medicine

Origine ed evoluzione del progetto formativo

Origin and evolution of the educational program

Approvato dal Collegio Docenti in data 11.6.26



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Il Dottorato di Ricerca in *Medicina Molecolare e Rigenerativa* è stato **istituito nell'anno accademico 2025-2006** in un periodo in cui la medicina molecolare e rigenerativa assumeva un ruolo sempre più centrale nella ricerca biomedica e rappresentava una delle aree più innovative e promettenti per lo sviluppo di nuove terapie. Il progetto promosso da docenti di area medica e biologica dell'Ateneo ed ha avuto il sostegno e il supporto di eminenti esponenti della comunità scientifica nazionale ed internazionale, di rappresentanti del mondo imprenditoriale-farmaceutico e delle associazioni di pazienti affetti da malattie rare.

Nel panorama italiano, questo dottorato ha rappresentato e rappresenta tuttora un *unicum*, in quanto esplicita in maniera evidente le due dimensioni fondanti e integranti il percorso formativo. In questo senso si differenzia rispetto ai diversi dottorati esistenti in medicina molecolare o in biotecnologie mediche che possono includere ricerche anche in ambito di medicina rigenerativa seppur solo parzialmente integrati.

Fin da subito il dottorato si è voluto caratterizzare come percorso di elevata qualificazione, fortemente interdisciplinare e focalizzato sui temi emergenti della terapia genica, ingegneria dei tessuti, utilizzo di cellule staminali e studio dei meccanismi molecolari alla base delle malattie attraverso approcci integrati che includono biologia molecolare, biologia cellulare, genomica, proteomica, bioinformatica, nanotecnologie e biosensoristica.

Un ulteriore elemento distintivo è la presenza di due curricula:

- Medicina molecolare e rigenerativa
- Nanotecnologie e modellistica per applicazioni biomediche industriali

Questa doppia articolazione evidenzia la volontà di collegare la ricerca di base con le applicazioni industriali e tecnologiche.

Il **progetto formativo** prevede un forte impegno nell'attività di ricerca tramite il coinvolgimento di numerosi laboratori di ricerca attivamente inseriti in progetti di collaborazione con istituzioni accademiche e industriali, offrendo in questo modo ai dottorandi la possibilità di svolgere periodi di ricerca anche in altri Enti e Istituzioni per l'acquisizione di competenze avanzate e il raggiungimento di una maggiore competitività nel mercato globale della ricerca.

Inoltre, l'integrazione tra ricerca di base e applicata, insieme alla collaborazione con spin-off e start-up come Holostem, è perfettamente allineata con i modelli internazionali più avanzati, in cui università e industria collaborano strettamente per trasformare la conoscenza scientifica in innovazione.

L'impatto del dottorato sulla ricerca è significativo sotto diversi aspetti.

In primo luogo, contribuisce alla produzione di conoscenza scientifica avanzata nei campi della biologia molecolare, della medicina rigenerativa e delle biotecnologie. I progetti sviluppati dai dottorandi affrontano infatti argomenti di grande rilevanza, come:

- i meccanismi alla base dell'autorinnovamento e del differenziamento cellulare
- lo sviluppo di terapie geniche
- la medicina personalizzata

In secondo luogo, il programma favorisce la contaminazione tra discipline diverse, generando innovazione attraverso l'integrazione di competenze. Questo approccio multidisciplinare è fondamentale per affrontare le sfide complesse della medicina moderna.

Infine, la stretta connessione con la clinica consente di accelerare il trasferimento delle scoperte dal laboratorio al paziente, contribuendo allo sviluppo della medicina traslazionale in un contesto globale in cui la medicina è sempre più orientata verso approcci molecolari e rigenerativi.

Inoltre, la presenza di un curriculum dedicato anche alle nanotecnologie e alle applicazioni industriali evidenzia la volontà di formare figure capaci di operare all'interfaccia tra ricerca scientifica e sviluppo tecnologico.

Inoltre, la scelta di erogare l'offerta formativa in lingua inglese ha voluto favorire la internazionalizzazione e consentire ai dottorandi di lavorare in contesti di ricerca globali anche attraverso periodi di mobilità all'estero, contribuendo in questo modo ad una formazione più completa e competitiva.

A **livello regionale**, il dottorato si inserisce in uno dei sistemi più dinamici d'Italia per quanto riguarda la ricerca biomedica e l'innovazione. L'Emilia-Romagna è infatti caratterizzata da:

- una forte integrazione tra università, sanità e industria
- la presenza di poli ospedalieri universitari avanzati
- un tessuto produttivo innovativo, soprattutto nel settore biomedicale.

In particolare, l'Università di Modena e Reggio Emilia, estesa sulle due province di Modena e di Reggio Emilia, è strettamente collegata con l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena, con l'Arcispedale-IRCCS Santa Maria Nuova di Reggio Emilia e con centri di ricerca dedicati alla medicina rigenerativa come il Centro di Medicina Rigenerativa "Stefano Ferrari" che, nato nel 2008, ha contribuito a sviluppare terapie cellulari avanzate riconosciute a livello internazionale.

In questo contesto, il dottorato non è solo un percorso formativo, ma un nodo attivo di un ecosistema regionale che integra ricerca, clinica e innovazione industriale.

A **livello internazionale**, il dottorato si inserisce pienamente nel paradigma della biomedicina contemporanea, caratterizzata da:

- interdisciplinarietà

- internazionalizzazione
- forte orientamento alla traslazione clinica.

Nel corso degli anni il dottorato è stato periodicamente valutato per la sua valenza culturale in relazione alla continua evoluzione tecnologica. Mentre le attività di ricerca si sono evolute nell'ambito dei progetti di ricerca attivi nei singoli laboratori ove operano i dottorandi, le attività didattiche sono state revisionate e aggiornate per mantenere la coerenza con le priorità strategiche europee e nazionali in ambito salute con particolare riferimento allo sviluppo della medicina personalizzata, alle terapie avanzate (*gene- e cell-therapy*), alla *digital health*, all'analisi massiva dei dati mediante approcci bioinformatici e al rafforzamento del trasferimento tecnologico.

In questo contesto, appare evidente il contributo del dottorato agli obiettivi del PNRR e del Programma Nazionale della Ricerca, in particolare per quanto riguarda il potenziamento del capitale umano altamente qualificato, l'innovazione del sistema sanitario e il rafforzamento della filiera biotech e farmaceutica.

Ad oggi il Dottorato di Ricerca continua a rappresentare uno degli elementi chiave del Piano strategico di Ateneo per lo sviluppo scientifico, tecnologico e culturale promuovendone l'attrattività e favorendo percorsi interdisciplinari e collaborazioni internazionali e con il mondo produttivo e delle istituzioni pubbliche (anche attraverso azioni di mobilità, borse esterne e co-tutele).

Lo **sviluppo del dottorato** deve essere anche orientato verso le grandi sfide della ricerca e in questo ambito la medicina molecolare e rigenerativa rappresenta una delle frontiere più importanti della medicina, perché consente di migliorare il modo in cui curiamo le malattie, passando da un approccio "riparativo" a uno personalizzato e rigenerativo.

Per dare una idea dell'impatto delle tematiche di ricerca che caratterizzano il dottorato, basti pensare che la medicina molecolare e rigenerativa è oggi uno dei settori più in crescita della ricerca biomedica:

- Il mercato globale della medicina rigenerativa (cellule staminali, ingegneria dei tessuti, terapie cellulari) è stimato in oltre 30–40 miliardi di dollari e potrebbe superare i 100 miliardi entro il 2030.
- Le terapie geniche e cellulari (ambito della medicina molecolare) hanno visto un aumento enorme: nel mondo ci sono più di 2.000 trial clinici attivi.
- Solo negli ultimi anni sono state approvate diverse terapie avanzate (CAR-T, terapie geniche), ma rappresentano ancora meno del 5% delle terapie disponibili → segno che si è ancora all'inizio.

Dal punto di vista scientifico e clinico:

- Si stima che circa l'80% delle malattie rare abbia una base genetica → quindi potenzialmente trattabile con approcci molecolari.

- Tuttavia, meno del 10% di queste malattie ha oggi una terapia efficace.
- Nei trapianti, ogni anno milioni di persone avrebbero bisogno di organi, ma solo una piccola frazione li riceve → qui la medicina rigenerativa potrebbe colmare il gap.

Si tratta di numeri decisamente importanti (investimenti, studi, potenziale clinico), ma che si accompagnano anche a limiti temporali (circa 15-20 anni per lo sviluppo di un farmaco avanzato) ed economici (decine e centinaia di milioni di Euro per arrivare all'approvazione di un farmaco). Proprio questo equilibrio tra progressi scientifici e tecnologici e difficoltà concrete rende la medicina molecolare e rigenerativa una delle principali sfide dell'attuale ricerca biomedica e supportano la validità del progetto dottorale per contribuire alla formazione di figure altamente qualificate per intraprendere un'attività di ricerca e sviluppo non solo nell'Università o in Enti di Ricerca pubblici e privati, ma anche in Industrie legate al settore sanitario, farmaceutico e biomedicale.

The PhD Program in Molecular and Regenerative Medicine was **established in the academic year 2055-2006**, at a time when molecular and regenerative medicine were becoming increasingly central in biomedical research and represented one of the most innovative and promising areas for the development of new therapies. The program, promoted by faculty members from the medical and biological areas of the University, was supported by leading figures from the national and international scientific community, representatives of the pharmaceutical industry, and patient associations for rare diseases.

Within the Italian context, this PhD program represented—and still represents—a unique initiative, as it clearly integrates two fundamental dimensions underpinning the training pathway. In this sense, it differs from other PhD programs in molecular medicine or medical biotechnology, which may include research in regenerative medicine although often in a partially integrated way.

From the onset, the PhD program has aimed to establish itself as a highly qualified, strongly interdisciplinary pathway focused on emerging topics such as gene therapy, tissue engineering, the use of stem cells, and the study of molecular mechanisms underlying diseases through integrated approaches that include molecular biology, cell biology, genomics, proteomics, bioinformatics, nanotechnologies, and biosensing.

Another distinctive feature is the presence of two curricula:

- Molecular and Regenerative Medicine
- Nanotechnologies and Modeling for Industrial Biomedical Applications

This dual structure reflects the intention to connect basic research with industrial and technological applications.

The training program involves a strong commitment to research activities through the involvement of numerous laboratories actively engaged in collaborative projects with academic and industrial institutions. This characteristic provides PhD candidates with opportunities to spend research periods in other organizations and institutions, enabling them to acquire advanced skills enhancing their competitiveness in the global research market.

Furthermore, the integration of basic and applied research, together with collaboration with spin-offs and start-ups such as Holostem, appears fully aligned with the most advanced international models, where universities and industry work closely together to translate scientific knowledge into innovation.

The **impact of the PhD program** on research is significant in several aspects.

First, it contributes to the production of advanced scientific knowledge in the fields of molecular biology, regenerative medicine, and biotechnology. The projects developed by PhD candidates address highly relevant topics such as:

- mechanisms of self-renewal and cell differentiation
- development of gene therapies
- personalized medicine

Second, the program promotes cross-fertilization between different disciplines, generating innovation through the integration of various expertises. This multidisciplinary approach is essential to address the complex challenges of modern medicine.

Finally, the strong connection with clinical practice facilitates the rapid transfer of discoveries from the laboratory to the patient, contributing to the development of the translational medicine in a global context where medicine is increasingly oriented toward molecular and regenerative approaches.

Moreover, the presence of a curriculum dedicated to nanotechnologies and industrial applications highlights the intention to train professionals capable of operating at the interface between scientific research and technological development.

Additionally, the choice to deliver the program in English has been intended to promote internationalization enabling PhD candidates to work in global research contexts, also through mobility periods abroad, thus contributing to a more comprehensive and competitive training.

At the regional level, the PhD program is embedded in one of the most dynamic systems in Italy in terms of biomedical research and innovation. Indeed, Emilia-Romagna is characterized by:

- strong integration between universities, healthcare, and industry
- the presence of advanced university hospital centers
- an innovative production system, particularly in the biomedical sector.

In particular, the University of Modena and Reggio Emilia, spanning the provinces of Modena and Reggio Emilia, is closely connected with the University Hospital of Modena, the Arcispedale-IRCCS Santa Maria Nuova in Reggio Emilia, and research centers dedicated to regenerative medicine such as the “Stefano Ferrari” Center for Regenerative Medicine, established in 2008, which has contributed to the development of advanced cell therapies recognized internationally.

In this context, the PhD program is not merely a training pathway, but an active node within a regional ecosystem that integrates research, clinical practice, and industrial innovation.

At the international level, the PhD program fully fits within the paradigm of contemporary biomedicine, characterized by:

- interdisciplinarity
- internationalization

- strong orientation toward clinical translation.

Over the years, the PhD program has been periodically evaluated for its cultural and scientific relevance in relation to ongoing technological evolution. While research activities have evolved within the framework of projects conducted in individual laboratories, teaching activities have been revised and updated to maintain the alignment with European and national strategic health priorities. Particular attention has been given to the development of personalized medicine, advanced therapies (gene and cell therapy), digital health, large-scale data analysis through bioinformatics approaches, and the strengthening of technology transfer.

In this context, the contribution of the PhD program to the objectives of the National Recovery and Resilience Plan (PNRR) and the National Research Program is evident, particularly in terms of strengthening highly qualified human capital, innovating the healthcare system, and reinforcing the biotech and pharmaceutical value chain.

Today, the PhD program continues to represent a key element of the University's strategic plan for scientific, technological, and cultural development, enhancing its attractiveness and fostering interdisciplinary pathways, international collaborations, and partnerships with industry and public institutions (also through mobility initiatives, external fellowships, and joint supervision).

The **development of the PhD program** must also be oriented toward the major challenges of research. In this context, molecular and regenerative medicine represents one of the most important frontiers in medicine, as it enables a shift from a “repair-based” approach to a personalized and regenerative one.

To provide an idea of the impact of the research areas characterizing the PhD program, it is worth noting that molecular and regenerative medicine is currently one of the fastest-growing sectors in biomedical research:

- The global regenerative medicine market (stem cells, tissue engineering, cell therapies) is estimated at over \$30–40 billion and could exceed \$100 billion by 2030.
- Gene and cell therapies (within molecular medicine) have experienced significant growth, with more than 2,000 active clinical trials worldwide.
- In recent years, several advanced therapies (e.g., CAR-T, gene therapies) have been approved, but they still represent less than 5% of available therapies, indicating that the field is still in its early stages.

From a scientific and clinical perspective:

- Approximately 80% of rare diseases are estimated to have a genetic basis and are therefore potentially treatable with molecular approaches.
- However, fewer than 10% of these diseases currently have an effective therapy.

- In transplantation medicine, millions of people need organs each year, but only a small fraction receive them—an area where regenerative medicine could help bridge the gap.

These are highly significant figures in terms of investments, research, and clinical potential, but they are also associated with time constraints (approximately 15–20 years for the development of an advanced therapy) and economic challenges (tens to hundreds of millions of euros to bring a drug to approval). This balance between scientific and technological progress and practical limitations makes molecular and regenerative medicine one of the main challenges of current biomedical research and supports the value of the PhD program in training highly qualified professionals capable of pursuing research and development careers not only in universities and public or private research institutions, but also in industries related to the healthcare, pharmaceutical, and biomedical sectors.

Si segnala che nel documento qui redatto, rispettoso della differenza di genere, ogni carica, funzione, ruolo che sia indicato con il maschile generalizzato è da intendersi tutte le volte anche indicativo di femminile e di altro genere.

It should be noted that in this document, while respecting gender differences, any title, function, or role indicated using the generic masculine form is to be understood, in all instances, as referring also to the feminine and to other genders.