

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n.1 posto di Ricercatore a tempo determinato in tenure track (RTT)
per il settore concorsuale 03/D2 -Tecnologia, Socioeconomia e Normativa dei Medicinali,
settore scientifico-disciplinare CHIM/09 - Farmaceutico Tecnologico Applicativo (ora gruppo scientifico-disciplinare 03/CHEM-08 - Tecnologia, socioeconomia e normativa dei medicinali e dei prodotti per il benessere e per la salute; settore scientifico-disciplinare CHEM-08/A - Tecnologia, socioeconomia e normativa dei medicinali e dei prodotti per il benessere e per la salute)
presso il Dipartimento di Scienze Farmaceutiche,
(avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 49 del 18/06/2024) Codice concorso 5594

Marco Uboldi

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	UBOLDI
NOME	MARCO

TITOLI

TITOLI DI STUDIO

2 Marzo 2016

Laurea in Chimica e Tecnologia Farmaceutiche (99/110)

Università degli Studi di Milano

Titolo della tesi sperimentale: Realizzazione mediante stampaggio ad iniezione (*injection molding*) di sistemi capsulari per il rilascio di principi attivi al colon secondo un approccio misto tecnologico/microbiologico. Relatore: Prof.ssa L. Zema, Correlatore: Prof.ssa A. Melocchi

28 Giugno 2021

Corso di perfezionamento in Prodotti cosmetici: dalla formulazione al consumatore

Università degli Studi di Milano

TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA O EQUIVALENTI, OVVERO, PER I SETTORI INTERESSATI, DEL DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE MEDICA O EQUIVALENTE, CONSEGUITO IN ITALIA O ALL'ESTERO

14 Ottobre 2021

Ph.D. in Pharmaceutical Sciences

Università degli Studi di Milano

ALTRI TITOLI

Luglio 2016

Abilitazione all'esercizio della professione di Farmacista

Università degli Studi di Milano

dal 2023

Membro permanente del Topical Advisory Panel di Pharmaceutics

(https://www.mdpi.com/journal/pharmaceutics/topical_advisory_panel;

https://www.mdpi.com/journal/pharmaceutics/topical_advisory_panel?search=uboldi)

CONTRATTI DI LAVORO, DI RICERCA, ASSEGNI DI RICERCA O EQUIVALENTI

da 1 Gennaio 2022 - oggi (scadenza: 31 Dicembre 2024)

Ricercatore a tempo determinato - tipo A (ex DM 1062/21)

Settore concorsuale 03/D2 -Tecnologia, Socioeconomia e Normativa dei Medicinali; Settore scientifico-disciplinare CHIM/09 - Farmaceutico Tecnologico Applicativo (ora gruppo scientifico-disciplinare 03/CHEM-08 - Tecnologia, socioeconomia e normativa dei medicinali e dei prodotti per il benessere e per la salute; settore scientifico-disciplinare CHEM-08/A - Tecnologia, socioeconomia e normativa dei medicinali e dei prodotti per il benessere e per la salute)

Titolo del progetto: R&D TIPS - Robotics AND Digital Technologies for Innovative Personalized therapies with improved Sustainability, sostenuto e co-finanziato da Multiply Labs Inc., start-up con sede a San Francisco (US-CA), la cui attività è attualmente focalizzata sull'applicazione della robotica allo sviluppo di medicinali e terapie innovativi e personalizzati.

da Luglio 2024

Contratto di ricerca commissionato da Euronovis S.R.L. (co-titolarità dei risultati; U-GOV: CTE_NAZPR24MUBOL_01)

La ricerca è finalizzata allo sviluppo di una formulazione rivestente vegetariana con solubilità pH dipendente ed adatta ad essere utilizzata nel settore degli integratori alimentari. Durata: 18 mesi. Importo: 20.000 € +IVA.

DOCUMENTATA ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA PRESSO QUALIFICATI ISTITUTI ITALIANI O STRANIERI

Ottobre 2023 - Maggio 2024

Collaborazione con Thermo Fisher Scientific

Oltre all'attività prevista, durante la permanenza presso Multiply Labs Inc. (San Francisco, US-CA) mi sono occupato di integrare apparecchiature di Thermo Fisher Scientific nel sistema robotico in via di sviluppo da parte della start-up, in modo tale che quest'ultimo potesse avvantaggiarsi di un ulteriore step, oltre a quello di espansione, nel processo di produzione di terapie cellulari. Più nel dettaglio, insieme al personale ingegneristico della start-up, ho coordinato e partecipato attivamente allo sviluppo, alla prototipazione, al testing ed alla validazione di un processo automatizzato per l'uso di una centrifuga Rotea.

Advisors: Dr. Ing. Federico Parietti e Dr. Jonathan H. Esensten

Ottobre 2018 - Settembre 2021

Ph.D. student in Pharmaceutical Sciences (XXXIV cycle)

Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Milano. Coordinatore del corso di Dottorato: Prof. G. Aldini

Titolo del progetto: Novel smart devices for the administration of drugs into hollow muscular organs.

Advisor: Prof.ssa L. Zema

Febbraio 2018 - Agosto 2018

Collaboratore di ricerca

Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Milano

Titolo del progetto: Stampa 3D per la prototipazione e la personalizzazione di forme di dosaggio e drug delivery systems.

Advisor: Prof.ssa L. Zema

Settembre 2017 - Gennaio 2018

Collaboratore di ricerca

Consorzio Interuniversitario TEFARCO Innova c/o Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Milano

Titolo del progetto: Development of prototypes in the form of pellets, starting from a formulation containing a new drug entity under research (Rec 0/0462) and sucralfate.

Advisor: Prof. A. Gazzaniga

Luglio 2016 - Agosto 2017

Collaboratore di ricerca

Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Milano

Titolo del progetto: Stampaggio ad iniezione e stampa 3D per *fused deposition modeling* applicate alla fabbricazione di contenitori capsulari.

Advisor: Prof.ssa L. Zema

Maggio 2016 - Giugno 2016

Intern

Multiply Labs Inc., San Francisco, US-CA

Ho collaborato allo sviluppo, alla prototipazione, al *testing* ed alla validazione di un sistema robotico da utilizzare nella fase di riempimento, con dosi personalizzate di diverse sostanze attive, di sistemi capsulari a più compartimenti stampati in 3D.

Advisor: Dr. Ing. Federico Parietti

Marzo 2016 - Aprile 2016

Collaboratore part-time in farmacia

Azienda Speciale Farmaceutica, Lomazzo (CO)

Advisor: Dott.ssa Laura Masciocchi

ATTIVITÀ DIDATTICA/DIDATTICA INTEGRATIVA A LIVELLO UNIVERSITARIO IN ITALIA O ALL'ESTERO

Attività didattica svolta presso l'Università degli Studi di Milano:

A.A. 2023/2024

- Titolare (16 ore) del modulo di laboratorio (turno unico) del corso Skincare and personal hygiene products development and regulatory affairs, Corso di Laurea Magistrale in Cosmetic Industrial Science.
- Titolare (16 ore) del modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno I) del corso Fabbricazione industriale dei medicinali e Laboratorio di tecnologia farmaceutica, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche.

A.A. 2022/2023

- Titolare (16 ore) del modulo di laboratorio (turno unico) del corso Tecnologie farmaceutiche innovative, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche, Università degli Studi di Milano.
- Titolare (16 ore) del modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno IV) del corso Tecnologia e legislazione farmaceutiche e Laboratorio di tecnologia farmaceutica I, Corso di Laurea in Farmacia.

A.A. 2021/2022

- Titolare (8 ore) del modulo Sistemi di controllo di qualità (turno unico) dell’Insegnamento Metodologie analitiche e diagnostica clinica (1S6-7) della Scuola di specializzazione in Farmacia ospedaliera.

A.A. 2020/2021

- Attività di tutoraggio (28 ore) per il modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno II) del corso Fabbricazione industriale dei medicinali e Laboratorio di tecnologia farmaceutica, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche, Università degli Studi di Milano.
- Attività di tutoraggio (12 ore) per il modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno IIV) del corso Tecnologia e legislazione farmaceutiche e Laboratorio di tecnologia farmaceutica I, Corso di Laurea in Farmacia.

Attività didattica svolta presso altri Atenei:

3 Dicembre 2021

Applicazioni innovative della stampa 4D nel campo farmaceutico (2 ore) nell’ambito del Webinar: Tecnologie di stampa 3D e 4D nel settore farmaceutico e biomedicale, dedicato agli studenti di Farmacia; Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.

Attività didattica integrativa svolta presso l’Università degli Studi di Milano:

A.A. 2019/2020

- Attività di tutoraggio (12 ore) per il modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno II) del corso Tecnologia e legislazione farmaceutiche e Laboratorio di tecnologia farmaceutica II, Corso di Laurea in Farmacia.
- Attività di tutoraggio (15 ore) del modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno A) del corso Fabbricazione industriale dei medicinali e Laboratorio di tecnologia farmaceutica, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche.
- Attività di tutoraggio (26 ore) del modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno I) del corso Fabbricazione industriale dei medicinali e Laboratorio di tecnologia farmaceutica, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche.

A.A. 2018/2019

- Attività di tutoraggio (18 ore) per il modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno I, II e III) del corso Tecnologia e legislazione farmaceutiche e Laboratorio di tecnologia farmaceutica I, Corso di Laurea in Farmacia.
- Attività di tutoraggio (8 ore) per il modulo di laboratorio del corso Tecnologia e legislazione di medicinali biotecnologici, Corso di Laurea in Biotecnologia: curriculum farmaceutico.
- Attività di tutoraggio (10 ore) del modulo di Laboratorio di tecnologia farmaceutica (turno I) del corso Fabbricazione industriale dei medicinali e Laboratorio di tecnologia farmaceutica, Corso di Laurea in Chimica e tecnologia farmaceutiche.

12-13 marzo 2018

Assistente per le attività pratiche del corso teorico e pratico “Stampa 3D di Medicinali e Integratori alimentari” organizzato presso il Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell’Università degli Studi di Milano.

Dall’A.A. 2018/2019 supervisiono l’attività di ricerca e contribuisco alla formazione pratica e teorica di studenti e laureandi che frequentano i laboratori della Sezione di Tecnologia e Legislazione Farmaceutiche “M. E. Sangalli” del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell’Università degli Studi di Milano. In questo ruolo sono stato anche correlatore di diverse tesi di laurea.

REALIZZAZIONE DI ATTIVITÀ PROGETTUALE

2024

BANDO SEED4Innovation (superato il I step di valutazione)

Titolo del progetto: SOLID COSMETICS -Sustainable solutions for customizable solid cosmetics

Coordinatore scientifico: Dott. Marco Ubaldi, Università degli Studi di Milano

Ente finanziatore: Università degli Studi di Milano

Ruolo: Principal investigator

2019

BANDO SEED (finanziato)

Titolo del progetto: PLATFORM TO BLADDER - PreLiminary dATa FOR the developMenT Of BLAdder cancer retentive Drug DelivERy systems for the administration of graphene nanoparticles

Coordinatore scientifico: Prof.ssa L. Zema, Università degli Studi di Milano

Ente finanziatore: Università degli Studi di Milano

Ruolo: Partecipante

2018

BANDO COLLABORATIVE PROJECTS II EDITION (NUOVO BANDO PROGETTO DI RETE) (ammesso e non finanziato)

Titolo del progetto: GRAB CARE - GRAPhene nanoparticles for Bladder CANcer: a REtentive intravesical delivery system for personalized therapy

Coordinatore scientifico: Dr. V. Varca, ASST Rhodense, Garbagnate Milanese (MI)

Ente finanziatore: Fondazione Regionale per la Ricerca Biomedica (FRRB)

Ruolo: Partecipante

2018

BANDO CARIPLO MATERIALI AVANZATI (non finanziato)

Titolo del progetto: Development of an in vivo erodible intravesical drug delivery platform based on polymeric materials exhibiting shape memory response

Coordinatore scientifico: Prof. F. Baldi, Università degli Studi di Brescia

Ente finanziatore: Cariplo

Ruolo: Partecipante

ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI, O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI

2016 - in corso

Partecipazione all'attività di ricerca di un gruppo costituito da ricercatori del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano e della start-up Multiply Labs, Inc. riconosciuta come spin-off dell'Università degli Studi di Milano e con sede a San Francisco (US-CA).

Tale collaborazione, iniziata con il periodo da *intern* presso Multiply Labs, Inc. e che attualmente continua, ha successivamente portato al coinvolgimento di altri ricercatori appartenenti ad università, enti regolatori ed aziende, sia nazionali che internazionali. Più nel dettaglio di ricercatori *i)* del Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "G. Natta" del Politecnico di Milano, *ii)* di Kloner3D, *iii)* di Arburg GmbH e *iv)* del Center for Drug Evaluation and Research, U.S. Food and Drug Administration, *iv)* di Cytiva Life Sciences, *v)* di Thermo Fisher Scientific, *vi)* di Charles River Scientific, *vii)* di Dorian Therapeutics, *viii)* di University of California San Francisco, *ix)* di Sheba Medical Center, e *x)* di Harvard-Massachusetts Institute of Technology.

Tale collaborazione si è concretizzata in 3 articoli su riviste internazionali (A. Melocchi et al., 2020, J. Pharm. Sci., 109: 1990-1999, <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2020.02.013>; A. Melocchi et al., 2021, Int. J. Pharm., 592: 119901, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119901>; A. Melocchi et al., Cytotherapy, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2024.03.010>), numerose comunicazioni a congresso

e nel progetto R&D TIPS sul quale è finanziata la posizione di ricercatore a tempo determinato di tipo A che attualmente ricopro.

2018 - in corso

Partecipazione all'attività di ricerca di un gruppo costituito da ricercatori *i)* del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, *ii)* del Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "G. Natta" del Politecnico di Milano e *iii)* dell'azienda Freund Vector Corporation European Lab. Tale collaborazione ha avuto inizio con la mia attività di dottorato ma è continuata oltre, concretizzandosi in numerose presentazioni a congresso e 4 articoli su riviste internazionali (F. Briatico-Vangosa et al., 2019, Polymers, 11: 517, <https://doi.org/10.3390/polym11030517>; A. Melocchi et al., 2021, Pharmaceutics, 13: 759, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13050759>; E. Ravasi et al., 2023, Int. J. Pharm., 643: 123258, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.123258>; M. Ubaldi et al., 2023, Expert Opin. Drug Deliv., 21: 131-149, <https://doi.org/pros1.lib.unimi.it/10.1080/17425247.2023.2294884>; M. Ubaldi et al., 2024, Int. J. Pharm., 661: 124373, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2024.124373>).

2018 - in corso

Partecipazione ad un progetto di ricerca avviato come partenariato per la partecipazione al BANDO CARIPLO-MATERIALI AVANZATI 2018 e proseguito con la partecipazione al bando COLLABORATIVE PROJECTS - II EDITION (NUOVO BANDO PROGETTO DI RETE) 2018 e al bando SEED 2019. Nell'attività sono coinvolti medici dell'U.O. di Urologia dell'ASST Rhodense e ricercatori: *i)* del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, *ii)* del Dipartimento di Scienze Cliniche Veterinarie dell'Università degli Studi di Milano, *iii)* del Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche "L. Sacco" dell'Università degli Studi di Milano, *iv)* del Dipartimento di Scienze Biomediche per la Salute dell'Università degli Studi di Milano, *v)* del Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "G. Natta" del Politecnico di Milano, *vi)* del Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale dell'Università degli Studi di Brescia, *vii)* del Dipartimento di Ingegneria civile ed architettura dell'Università degli Studi di Pavia e *ix)* di Freund Vector Corporation European Lab.

Tale collaborazione, iniziata durante l'attività di dottorato ma portata avanti come ricercatore dal 2022, si è concretizzata in numerose presentazioni a congresso e 5 articoli su riviste internazionali (A. Melocchi et al., 2019, Int. J. Pharm., 559: 299-311, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.01.045>; A. Melocchi et al., 2019, Int. J. Pharm., 571: 118700, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118700>; N. Inverardi et al., 2021, J. Mech. Behav. Biomed. Mater., 124: 104814, <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104814>; M. Ubaldi et al., 2022, Pharmaceutics, 14: 2814, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122814>; M. Ubaldi et al., 2023, Pharmaceutics, 15: 757, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030757>; M. Ubaldi et al., 2023, J. Drug Deliv. Sci. Technol., 87: 104875, <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104875>; Moscheni et al., 2024 Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine, submitted for publication).

2020 - 2021

Partecipazione all'attività di ricerca, iniziata e conclusasi durante il mio dottorato, di un gruppo costituito da ricercatori *i)* del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, *ii)* di IMA S.p.A. e *iii)* di University of Lille. Tale collaborazione si è concretizzata in 1 articolo su rivista internazionale (F. Casati et al., 2020, Int. J. Mol. Sci., 21: 1917, <https://doi.org/10.3390/ijms21061917>).

2021 - in corso

Partecipazione all'attività di ricerca di un gruppo costituito da ricercatori *i)* del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, *ii)* di Euronovis S.R.L. e *iii)* di NG Labtec S.R.L. Tale collaborazione si è concretizzata in alcune comunicazioni a congresso e 1 articolo su rivista internazionale (L. Palugan et al., 2022, Int. J. Pharm., 616: 121550, <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121550>) e in un contratto di ricerca attualmente in corso.

2022 - 2023

Partecipazione all'attività di ricerca di un gruppo costituito da ricercatori *i)* del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, *ii)* del Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "G. Natta" del Politecnico di Milano e *iii)* dell'azienda Chiesi Farmaceutici S.p.A. Tale collaborazione si è concretizzata in alcune comunicazioni a congresso e 1 articolo su rivista internazionale (M. Ubaldi et al., 2023, Int. J. Pharm. X, 5: 100152, <https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2022.100152>).

ATTIVITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

18-21 Marzo 2024, Vienna

13th World Meeting on Pharmaceutics, Biopharmaceutics and Pharmaceutical Technology

Relazione: Expandable gastroretentive system for effective management of diabetes - Poster selezionato per presentazione orale (19 marzo, ore: 9.40)

29-30 Giugno 2023, Barcellona

7th International Conference on Material Science and Engineering

Relazione: 4D printing of hollow systems for intravesical drug delivery - Presentazione su invito (29 giugno, ore: 10.25)

20-21 Marzo 2023, Marsiglia

4th European Conference on Pharmaceutics

Relazione: Preliminary safety assessment of intravesical drug delivery systems prepared by 4D printing - Poster selezionato per presentazione orale (21 marzo, ore: 16.30)

19-23 Settembre 2022, Roma

NanoInnovation Conference & Exhibition

Relazione: 4D printing as a novel technique for drug delivery - Presentazione su invito (21 settembre, ore: 15.00)

19 Settembre 2022, Milano

c/o Dipartimento di Scienze Farmaceutiche (DISFARM), Università degli Studi di Milano

2nd DISFARM INSIGHTS - Research Retreat

Relazione: Organ-retentive drug delivery systems based on shape memory polymers - Attività di divulgazione su invito del Dipartimento, in rappresentanza della Sezione di Tecnologia e Legislazione Farmaceutiche (ore: 9.45)

1-2 Settembre 2022, Ferrara

Workshop of the AAPS Italian University Network

Relazione: 4D printing of hollow systems for intravesical drug delivery - Poster selezionato per presentazione orale (2 settembre, ore: 12.30)

5 min contest: How can technology seem magic? 4D Printing (1 settembre, ore: 18.00)

PARTECIPAZIONE A COMITATI ORGANIZZATORI/SCIENTIFICI DI CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

30 Ottobre 2019, Milano

Giornata di studio "Incontro in memoria della Prof.ssa M. E. Sangalli"

Dipartimento di Scienze Farmaceutiche, Università degli Studi di Milano

CONSEGUIMENTO DI PREMI E RICONOSCIMENTI NAZIONALI E INTERNAZIONALI PER ATTIVITÀ DI RICERCA

Giugno 2017

Semifinalista per **3D Printing Grand Challenge** indetta da Elsevier
con il contributo M. Uboldi, A. Melocchi, A. Maroni, L. Zema, 3D printing by fused deposition modeling
as a new prototyping tool in pharmaceutical research & development

Settembre 2021

Selezione del contributo A. Melocchi et al., 2021, Pharmaceutics, 13: 759,
<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13050759> nella 2020-2021 Editor's choice collection di
Pharmaceutics

TITOLI DI CUI ALL'ARTICOLO 24 COMMA 3 LETTERA A) E B) DELLA LEGGE 30 DICEMBRE 2010, N. 240

1 Gennaio 2022 - 31 Dicembre 2024

Ricercatore a tempo determinato - tipo A (ex DM 1062/21)

Università degli Studi di Milano

Titolo del progetto: R&D TIPS - Robotics AND Digital Technologies for Innovative Personalized therapies
with improved Sustainability.

PRODUZIONE SCIENTIFICA

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Articoli su rivista

Per ogni pubblicazione sono riportati, tra parentesi ed in grigio, alcuni parametri bibliometrici

1. M. Uboldi, A. Gelain, G. Buratti, A. Chiappa, A. Gazzaniga, A. Melocchi, L. Zema, 2024, Polyvinyl alcohol-based capsule shells manufactured by injection molding as ready-to-use moisture barriers for the development of delivery systems, *Int. J. Pharm.*, 661: 124373. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2024.124373>
(1 nome, SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 5.3, Number of citations: 0, Field-weighted citation impact: not available)
2. A. Melocchi, B. Schmittlein, A.L. Jones, Y. Ainane, A. Rizvi, D. Chan, E. Dickey, K. Pool, K. Harsono, D. Szymkiewicz, U. Scarfogliero, V. Bathia, A. Sivanantham, N. Kreciglowska, A. Hunter, M. Gomez, A. Tanner, M. Uboldi, A. Batish, J. Balcerek, M. Kutova-Stoilova, S. Paruthiyil, L.A. Acevedo, R. Stadnitskiy, S. Carmichael, H. Aulbach, M. Hewitt, X. De Mollerat Du Jeu, B. di Robilant, F. Parietti, J.H. Esensten, 2024, Development of a robotic cluster for automated and scalable cell therapy manufacturing, *Cytotherapy*. <https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2024.03.010>
(SJR 2023: 1.08, Q1 Transplantation, Journal impact factor: 3.7, Journal 5-year impact factor: 4.3, Journal impact factor in the year of publication: 3.7, Number of citations: 0, Field-weighted citation impact: not available)
3. M. Uboldi, A. Chiappa, M. Rossi, F. Briatico-Vangosa, A. Melocchi, L. Zema, 2024, Development of a multi-component gastroretentive expandable drug delivery system (GREDDS) for personalized administration of metformin, *Expert Opin. Drug Deliv.*, 21: 131-149. <https://doi.org/10.1080/17425247.2023.2294884>
(1 nome, SJR 2023: 1.01, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.0, Journal 5-year impact factor: 7.2, Journal impact factor in the year of publication: 5.0, Number of citations: 2, Field-weighted citation impact: 6.05)
4. M. Uboldi, A. Chiappa, M. Pertile, A. Piazza, S. Tagliabue, A. Foppoli, L. Palugan, A. Gazzaniga, L. Zema, A. Melocchi, 2023, Investigation on the use of fused deposition modeling for the production of IR dosage forms containing Timapiprant, *Int. J. Pharm. X*, 5: 100152. <https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2022.100152>
(1 nome, SJR 2023: 0.8, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.2, Journal 5-year impact factor: 5.3, Journal impact factor in the year of publication: 5.2, Number of citations: 7, Field-weighted citation impact: 2.79)
5. M. Uboldi, A. Gelain, G. Buratti, A. Gazzaniga, A. Melocchi, L. Zema, 2023, Development of 4D printed intravesical drug delivery systems: scale-up of film coating, *J. Drug. Deliv. Sci. Technol.*, 87: 104875. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104875>
(1 nome, SJR 2023: 0.72, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 4.5, Journal 5-year impact factor: 4.7, Journal impact factor in the year of publication: 4.5, Number of citations: 2, Field-weighted citation impact: 0.79)
6. E. Ravasi, A. Melocchi, A. Arrigoni, A. Chiappa, C.G.M. Gennari, M. Uboldi, C. Bertarelli, L. Zema, F. Briatico Vangosa, 2023, Electrospinning of pullulan-based orodispersible films containing sildenafil, *Int. J. Pharm.*, 643: 123258. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.123258>
(SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact

- factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 5.3, Number of citations: 3, Field-weighted citation impact: 0.79)
7. M. Uboldi, C. Perrotta, C. Moscheni, S. Zecchini, A. Napoli, C. Castiglioni, A. Gazzaniga, A. Melocchi, L. Zema, 2023, Insights into the safety and versatility of 4D printed intravesical drug delivery systems, *Pharmaceutics*, 15: 757. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030757> (1 nome, SJR 2023: 0.89, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 4.9 , Journal 5-year impact factor: 5.5, Journal impact factor in the year of publication: 4.9, Number of citations: 7, Field-weighted citation impact: 2.79)
 8. M. Uboldi, C. Pasini, S. Pandini, F. Baldi, F. Briatico-Vangosa, N. Inverardi, A. Maroni, S. Moutaharrik, A. Melocchi, A. Gazzaniga, L. Zema, 2022, Expandable drug delivery systems based on shape memory polymers: impact of film coating on mechanical properties and release and recovery performance, *Pharmaceutics*, 14: 2814. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122814> (1 nome, SJR 2023: 0.89, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 4.9 , Journal 5-year impact factor: 5.5, Journal impact factor in the year of publication: 5.4, Number of citations: 7, Field-weighted citation impact: 1.23)
 9. M. Uboldi, A. Melocchi, S. Moutaharrik, L. Palugan, M. Cerea, A. Foppoli, A. Maroni, A. Gazzaniga, L. Zema, 2022, Administration strategies and smart devices for drug release in specific sites of the upper GI tract, *J. Control. Release*, 348: 537-552. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.06.005> (1 nome, SJR 2023: 2.16, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 10.5 , Journal 5-year impact factor: 10.6, Journal impact factor in the year of publication: 10.8, Number of citations: 16, Field-weighted citation impact: 1.03)
 10. L. Palugan, M. Spoldi, F. Rizzuto, N. Guerra, M. Uboldi, M. Cerea, S. Moutaharrik, A. Melocchi, A. Gazzaniga, L. Zema, 2022, What's next in the use of opacifiers for cosmetic coatings of solid dosage forms? Insights on current titanium dioxide alternatives, *Int. J. Pharm.*, 616: 121550. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121550> (SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3 , Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 5.8, Number of citations: 9, Field-weighted citation impact: 1.58)
 11. L. Palugan, M. Cerea, M. Cirilli, S. Moutaharrik, A. Maroni, L. Zema, A. Melocchi, M. Uboldi, I. Filippin, A. Foppoli, A. Gazzaniga, 2021, Intravesical drug delivery approaches for improved therapy of urinary bladder diseases, *Int. J. Pharm.* X, 3: 100100. <https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2021.100100> (SJR 2023: 0.8, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.2, Journal 5-year impact factor: 5.3, Journal impact factor in the year of publication: 5.679, Number of citations: 29, Field-weighted citation impact: 1.06)
 12. N. Inverardi, G. Scalet, A. Melocchi, M. Uboldi, A. Maroni, L. Zema, A. Gazzaniga, F. Auricchio, F. Briatico-Vangosa, F. Baldi, S. Pandini, 2021, Experimental and computational analysis of a pharmaceutical-grade shape memory polymer applied to the development of gastroretentive drug delivery systems, *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, 124: 104814. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104814> (SJR 2023: 0.75, Q1 Mechanics of Materials, Journal impact factor: 3.3, Journal 5-year impact factor: 3.7, Journal impact factor in the year of publication: 4.042, Number of citations: 20, Field-weighted citation impact: 1.45)
 13. M. Uboldi, A. Melocchi, S. Moutaharrik, M. Cerea, A. Gazzaniga, L. Zema, 2021, Dataset on a small-scale film-coating process developed for self-expanding 4D printed drug delivery devices, *Coatings*, 11: 1252. <https://doi.org/10.3390/coatings11101252>

- (1 nome, SJR 2023: 0.49, Q2 Materials Chemistry, Journal impact factor: 2.9, Journal 5-year impact factor: 3.1, Journal impact factor in the year of publication: 3.236, Number of citations: 11, Field-weighted citation impact: 0.88)
14. A. Melocchi, M. Uboldi, M. Cerea, A. Foppoli, A. Maroni, S. Moutaharrik, L. Palugan, L. Zema, A. Gazzaniga, 2021, Shape memory materials and 4D printing in pharmaceuticals, *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 173: 216-237. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.03.013>
(2 nome, SJR 2023: 3.41, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 15.2, Journal 5-year impact factor: 17.6, Journal impact factor in the year of publication: 17.873, Number of citations: 69, Field-weighted citation impact: 2.53)
 15. A. Melocchi, F. Briatico-Vangosa, M. Uboldi, F. Parietti, M. Turchi, D. von Zeppelin, A. Maroni, L. Zema, A. Gazzaniga, A. Zidan, 2021, Quality considerations on the pharmaceutical applications of fused deposition modeling 3D printing, *Int. J. Pharm.*, 592: 119901. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119901>
(SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 6.510, Number of citations: 63, Field-weighted citation impact: 6.79)
 16. A. Melocchi, M. Uboldi, F. Briatico-Vangosa, S. Moutaharrik, M. Cerea, A. Foppoli, A. Maroni, L. Palugan, L. Zema, A. Gazzaniga, 2021, The Chronotopic™ system for pulsatile and colonic delivery of active molecules in the era of precision medicine: feasibility by 3D printing via Fused Deposition Modeling (FDM), *Pharmaceutics*, 13 (2021) 759. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13050759>
(2 nome, SJR 2023: 0.89, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 4.9, Journal 5-year impact factor: 5.5, Journal impact factor in the year of publication: 6.525, Number of citations: 34, Field-weighted citation impact: 3.66)
 17. A. Melocchi, M. Uboldi, M. Cerea, A. Foppoli, A. Maroni, S. Moutaharrik, L. Palugan, L. Zema, A. Gazzaniga, 2020, A graphical review on the escalation of fused deposition modeling (FDM) 3D printing in the pharmaceutical field, *J. Pharm. Sci.*, 109: 2943-2957. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2020.07.011>
(2 nome, SJR 2023: 0.71, Q2 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 3.7, Journal 5-year impact factor: 3.5, Journal impact factor in the year of publication: 3.534, Number of citations: 63, Field-weighted citation impact: 1.84)
 18. A. Melocchi, M. Uboldi, F. Parietti, M. Cerea, A. Foppoli, L. Palugan, A. Gazzaniga, A. Maroni, L. Zema, 2020, Lego-inspired capsular devices for the development of personalized dietary supplements: proof of concept with multimodal release of caffeine, *J. Pharm. Sci.*, 109: 1990-1999. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2020.02.013>
(2 nome, SJR 2023: 0.71, Q2 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 3.7, Journal 5-year impact factor: 3.5, Journal impact factor in the year of publication: 3.534, Number of citations: 29, Field-weighted citation impact: 2.47)
 19. A. Melocchi, M. Uboldi, A. Maroni, A. Foppoli, L. Palugan, L. Zema, A. Gazzaniga, 2020, 3D printing by fused deposition modeling of single- and multi-compartment hollow systems for oral delivery - A review, *Int. J. Pharm.*, 579: 119155. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119155>
(2 nome, SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 5.875, Number of citations: 80, Field-weighted citation impact: 7.03)
 20. F. Casati, A. Melocchi, S. Moutaharrik, M. Uboldi, A. Foppoli, A. Maroni, L. Zema, C. Neut, F. Siepmann, J. Siepmann, A. Gazzaniga, 2020, Injection molded capsules for colon delivery combining time-controlled and enzyme-triggered approaches, *Int. J. Mol. Sci.*, 21: 1917.

<https://doi.org/10.3390/ijms21061917>

(SJR 2023: 1.18, Q1 Medicine (miscellaneous), Journal impact factor: 4.9, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 5.924, Number of citations: 20, Field-weighted citation impact: 1.08)

21. A. Melocchi, M. Uboldi, N. Inverardi, F. Briatico-Vangosa, F. Baldi, S. Pandini, G. Scalet, F. Auricchio, M. Cerea, A. Foppoli, A. Maroni, L. Zema, A. Gazzaniga, 2019, Expandable drug delivery system for gastric retention based on shape memory polymers: development via 4D printing and extrusion, Int. J. Pharm., 571: 118700. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118700>
(2 nome, SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 4.845, Number of citations: 131, Field-weighted citation impact: 8.49)
22. A. Melocchi, N. Inverardi, M. Uboldi, F. Baldi, A. Maroni, S. Pandini, F. Briatico-Vangosa, L. Zema, A. Gazzaniga, 2019, Retentive device for intravesical drug delivery based on water-induced shape memory response of poly(vinyl alcohol): design concept and 4D printing feasibility, Int. J. Pharm., 559: 299-311. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.01.045>
(2 nome a seguito di doppio 1 nome, SJR 2023: 0.95, Q1 Pharmaceutical Science, Journal impact factor: 5.3, Journal 5-year impact factor: 5.6, Journal impact factor in the year of publication: 4.845, Number of citations: 127, Field-weighted citation impact: 8.99)
23. F. Briatico-Vangosa, A. Melocchi, M. Uboldi, A. Gazzaniga, L. Zema, A. Maroni, 2019, Effect of polyethylene glycol content and molar mass on injection molding of hydroxypropyl methylcellulose acetate succinate-based gastroresistant capsular devices for oral drug delivery, Polymers, 11: 517. <https://doi.org/10.3390/polym11030517>
(2 nome a seguito di doppio 1 nome, SJR 2023: 0.8, Q1 Polymers and Plastics, Journal impact factor: 4.7, Journal 5-year impact factor: 4.9, Journal impact factor in the year of publication: 3.426, Number of citations: 7, Field-weighted citation impact: 0.43)

NOTE SULL'ATTIVITÀ DI RICERCA

Il mio interesse in campo tecnologico-farmaceutico è nato durante il tirocinio di laurea, che mi ha poi indirizzato verso un'esperienza da intern, svolta all'estero presso la start-up Multiply Lab, Inc. Nei mesi estivi trascorsi a San Francisco, dove sarei poi tornato da ricercatore, mi sono confrontato per la prima volta con tecnologie robotiche/digitali, applicandole allo sviluppo di device capsulari che avevo prodotto in laboratorio. Il filo conduttore della mia attività di ricerca negli 8 anni successivi alla laurea in Chimica e Tecnologie Farmaceutiche, è stato proprio l'applicazione di tecnologie innovative, almeno per il settore farmaceutico, al fine di migliorare l'approccio terapeutico e personalizzarlo rispetto alle necessità del paziente da trattare. Un'altra peculiarità che la mia attività ha avuto fin dagli esordi è stata quella della multidisciplinarietà, che ho sempre ricercato e della quale mi sono fatto tramite per il gruppo di ricerca lavorando, fin dalle prime esperienze come collaboratore di ricerca e poi dottorando, con ricercatori di altri ambiti disciplinari che operavano sia in ambito universitario sia in quello industriale. Partendo dalle conoscenze acquisite sulla stampa 3D per fused deposition modelling (FDM), già nel corso dell'esperienza formativa del dottorato ho potuto contribuire ad avviare, nel laboratorio della Sezione di Tecnologia e Legislazione Farmaceutiche "M.E. Sangalli" del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, una nuova linea di ricerca sulla stampa 4D applicata allo sviluppo di sistemi di rilascio organo-ritentivi. Infine, la mia attuale posizione di ricercatore a tempo determinato di tipo A, frutto delle competenze digitali acquisite nel tempo, ha coronato la collaborazione con Multiply Labs, Inc., che ha voluto sostenere attivamente il progetto PON che l'ha finanziata.

Partendo dagli anni del dottorato, la mia attività di ricerca si è concretizzata nella:

- pubblicazione di **23 articoli** in riviste indicizzate;
- submission di **1 articolo** in rivista indicizzata;
- presentazione di svariate comunicazioni, orali e scritte, a congressi nazionali ed internazionali (~30).

I parametri bibliometrici ad oggi raggiunti sono: ***h-index* 12**, numero totale di **citazioni 742** (dati Scopus aggiornati al 18 luglio 2024).

Da un punto di vista scientifico sono attivo dal 2019, data della mia prima pubblicazione, che corrisponde a parte del lavoro svolto durante il I anno di Ph.D. e a quello risalente agli anni precedenti come collaboratore di ricerca. In tale articolo ricopro la posizione di 2° autore, subito dopo un 1° nome condiviso. Spesso nei lavori di cui sono co-autore ci sono posizioni condivise, vista la collaborazione con gruppi di ricerca di settori disciplinari diversi e con competenze complementari. Negli anni successivi il mio lavoro prosegue, **senza alcuna interruzione, con grande continuità per risultati ottenuti** (densità media di lavori pubblicati dal 2019 ad oggi: 3.83 articoli/anno; 2019: 3 lavori, 2020: 4 lavori, 2021: 6 lavori, 2022: 3 lavori, 2023: 4 lavori, 2024: 3 lavori e 1 in attesa di valutazione) e **coerenza nel contributo apportato, oltre che nelle tematiche affrontate**. Infatti le pubblicazioni che ne sono derivate si concentrano prevalentemente sull'applicazione di materiali e tecniche innovative (e.g. stampaggio ad iniezione, stampa 3D e 4D, materiali a memoria di forma) allo sviluppo di drug delivery systems. Il **ruolo attivo e preminente svolto** nelle collaborazioni che hanno portato alla pubblicazione dei lavori che entrano a far parte del mio curriculum vitae si evidenzia in: **8 primi nomi** (di cui **1 condiviso**) e **8 secondi nomi**, arrivando a raggiungere una percentuale di **nomi preminenti** pari circa al **70%** sulla produzione totale. Si tratta per lo più di **lavori scientifici originali**, anche se, complice il periodo di forzata inattività durante la pandemia, ho partecipato alla stesura di alcune review. Tuttavia, persino in quest'ambito ho potuto mettere largamente a frutto le competenze digitali acquisite durante l'attività di ricerca in laboratorio, utilizzando un approccio grafico nella stesura del testo. Infatti, le review alle quali ho contribuito propongono modelli 3D di sistemi complessi descritti in letteratura e del loro funzionamento, utilizzando appunto le immagini realizzate per favorirne una revisione critica e per metterne in evidenza in modo immediato e di facile fruizione per i lettori gli aspetti maggiormente caratterizzanti (e.g. composizione, processo produttivo, meccanismo di rilascio e di eliminazione). In questo ambito, nel 2022 mi pregio del primo nome in un lavoro compendiale pubblicato su una importante rivista del settore, che riconosce l'originalità della ricerca svolta nel settore degli smart materials (M. Uboldi et al., 2022, J. Control Release, 348: 537-552, <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2022.06.005>). La continuità/densità della mia attività tiene anche conto di **6 mesi di permanenza all'estero**. Durante questo periodo ho lavorato ad un **progetto di forte impatto tecnologico**, legato all'utilizzo della robotica per automatizzare la produzione di terapie cellulari autologhe, ma **nuovo rispetto alle mie competenze di partenza** e che quindi ha necessitato di un tempo di assestamento/formazione importante. Da una prospettiva più ampia, durante il mio percorso formativo/lavorativo sono passato dall'eseguire i compiti assegnati ad affiancare il lavoro di ricercatori con maggior esperienza. Da questi ultimi ho appreso il più possibile, sino a guadagnare quella che attualmente posso definire piena autonomia. Mi ritengo un ricercatore dotato di una buona intraprendenza, con la capacità di portare avanti attività che sono di mio interesse. A questo proposito, dopo aver frequentato un corso di perfezionamento in ambito cosmetico durante gli anni del dottorato, ho recentemente intrapreso un progetto di collaborazione con un'azienda cosmetica in cui mettere a frutto le mie competenze in processi innovativi, progetto che potrebbe essere di grande impatto nel promuovere una cosmesi decorativa sostenibile.

La maggior parte della mia produzione è stata pubblicata su riviste internazionali di elevato impatto per il settore **Pharmaceutical Science** (**16 lavori in Q1 e 2 in Q2**). In altri casi, trattandosi di lavori in **collaborazione con esperti appartenenti ad altri ambiti** (e.g. ingegneristico, biologico, terapie cellulari), le riviste scelte erano di elevato impatto in altri settori (Q1 Transplantation, Q1 Mechanics of Materials, Q2 Materials Chemistry, Q1 Medicine (miscellaneous), Q1 Polymers and Plastics). In particolare, le pubblicazioni cui ho partecipato hanno generalmente riscontrato una buona diffusione nella comunità scientifica. Pur tenendo conto di articoli molto recenti, per i quali è difficile collezionare

già citazioni, mediando il numero di citazioni complessive della mia produzione con quello degli articoli pubblicati, **il valore medio di citazioni è pari a 32.26, con punte di 131 e 127.**

Dettaglio dell'attività

La mia attività di ricerca si è svolta in **campo tecnologico-farmaceutico applicativo**, con l'obiettivo principale di sviluppare forme farmaceutiche solide convenzionali e a rilascio modificato. In relazione a ciò, mi sono cimentato con la **possibilità di implementare ed utilizzare materiali e tecnologie produttive innovative, spesso mutuati da settori industriali diversi da quello farmaceutico.**

Il mio lavoro è iniziato all'interno del gruppo di ricerca diretto dal prof. Gazzaniga presso la Sezione di Tecnologia e legislazione farmaceutiche "M.E. Sangalli" del Dipartimento di Scienze Farmaceutiche dell'Università degli Studi di Milano, ed esperto nella realizzazione di drug delivery systems (DDSs) destinati principalmente alla somministrazione orale. Dal 2022 ho aderito ad un nuovo progetto, quello del laboratorio PhormulaMI - Formulation and technology frontiers in pharmaceuticals, avviato insieme alle colleghe Prof.ssa Zema e Prof.ssa Melocchi, nell'ambito del quale mi occupo della ricerca e dello sviluppo di nuove tecnologie e materiali per la realizzazione di DDSs. L'ampia gamma di sistemi proposti sono volti a risolvere problematiche diverse, come ad esempio: aumentare l'aderenza alla terapia da parte del paziente, migliorare il trattamento farmacologico di patologie che interessano tratti specifici del tubo digerente o altri organi cavi come la vescica, garantire un aumento della biodisponibilità di principi attivi aventi problematiche di solubilità, degradabilità enzimatica, permeazione alle membrane cellulari o finestre di assorbimento preferenziali lungo il tratto gastrointestinale.

In questi anni mi sono occupato principalmente di tecnologie innovative basate sulla lavorazione a caldo di polimeri termoplastici, che comprendevano estrusione (hot melt extrusion, HME), stampaggio ad iniezione (injection molding, IM) e stampa tridimensionale (3D printing) per fused deposition modeling (FDM). In parallelo ho anche sfruttato processi più tradizionali, come quelli di rivestimento filmogeno, applicandoli ai substrati derivanti dalle tecnologie innovative precedentemente menzionate. Così facendo ho cercato di superare alcuni dei confini del film-coating, come quello della tipologia (e.g. forma, composizione, tecnologia di produzione, comportamento di tipo evolutivo nel tempo) dei nuclei da rivestire, soprattutto in previsione dello scale-up industriale. Su queste tematiche ho quindi avuto modo di approfondire le mie conoscenze ed assumere un ruolo attivo nella ricerca.

Più nel dettaglio, l'utilizzo delle tecniche di lavorazione a caldo, ha richiesto da parte mia una **formazione continua** ed a tutto tondo, andando a toccare anche **ambiti diversi dalla tecnologia farmaceutica tradizionale**. Per esempio, ho dovuto conoscere meglio i **materiali polimerici**, dal punto di vista chimico-fisico, e sviluppare capacità che ne rendessero possibile una caratterizzazione efficace, oltre a dover acquisire competenze informatiche, per utilizzare in modo proficuo **software di modellazione 3D e slicing**, nonché applicativi legati allo sviluppo di **designs of experiments**. Inoltre, ho avuto modo di affrontare diverse problematiche sia pre-formulative sia formulative, e le relative ripercussioni di carattere biofarmaceutico. Ho perciò approfondito le mie competenze nel campo della **caratterizzazione delle proprietà termo-meccaniche e dello stato solido dei materiali**, sia finalizzate al corretto svolgimento del processo a caldo sia in funzione delle caratteristiche finali richieste ai prodotti. Inoltre, ho avuto modo di perfezionare tecniche analitiche strumentali consolidate, volte alla valutazione degli aspetti di prestazione tecnologica e di compatibilità/stabilità.

Più nel dettaglio, la mia attività di ricerca si è focalizzata sullo studio di alcune tra le tecnologie ancora poco affermate in campo farmaceutico quali appunto **injection molding, stampa 3D per fused deposition modeling e stampa 4D**, che consiste nella stampa 3D di *smart materials* (e.g. polimeri aventi un comportamento a memoria di forma). Mi sono prefisso di identificare, all'interno del campo farmaceutico, gli ambiti di applicazione più adatti per ognuna di queste tecniche, in termini ad esempio di *design* del sistema da realizzare e tipologia di rilascio che quest'ultimo dovrebbe garantire (e.g. sistemi *reservoir* a rilascio pulsante o sito specifico, sistemi a rilascio prolungato) per un dato scopo applicativo. Ho potuto dunque esplorare le opportunità di utilizzo delle tecniche di *hot-processing* nello sviluppo di sistemi di rilascio originali (e.g. contenitori funzionali a diversi compartimenti, sistemi organo-ritentivi). In quest'ambito, l'applicazione di materiali di partenza specifici e la possibilità di realizzare strutture estremamente dettagliate ha consentito di ottenere DDSs altamente versatili,

ovvero in grado di veicolare uno o più principi attivi, garantendo per ciascuno di essi una diversa prestazione di rilascio. Ad esempio, è stata evitata l'interazione con i fluidi gastrici dei farmaci con una spiccata suscettibilità all'ambiente acido e ne è stata garantita una rapida liberazione nell'intestino. In altri casi, sono stati ottenuti DDSs a rilascio prolungato particolarmente rallentato nel tempo o con una prestazione ritardata rispetto al momento dell'assunzione, così da consentire il raggiungimento di specifici distretti corporei quali il colon.

Una delle maggiori caratteristiche di originalità ed innovazione del mio lavoro risiede nell'idea di utilizzare **materiali a memoria di forma o con un comportamento superelastico**, che ad oggi trovano ancora scarsa applicazione in campo farmaceutico, lavorati mediante FDM. Il risultato di tale combinazione è un **device in grado di modificare il proprio comportamento nel tempo**. Nel primo caso (*i.e.* materiali a memoria di forma) ciò avviene in risposta ad un determinato stimolo esterno, portando così alla luce il concetto di stampa 4D. Nel secondo (*i.e.* materiali con comportamento superelastico), invece, è stato possibile dimostrare le caratteristiche peculiari di polimeri che ad oggi sono quasi esclusivamente impiegati nel campo dei medical devices. Sia relativamente alla stampa 4D sia all'impiego di materiali superelastici, nei miei lavori è stato dimostrato per la prima volta il potenziale di queste scelte tecnologiche/formulative nella produzione di forme di dosaggio e, più in dettaglio, per l'ottenimento di DDSs con prestazioni e caratteristiche innovative non ottenibili in altro modo. La proof-of-concept di questo lavoro si è concretizzata nella realizzazione di **sistemi cosiddetti size-increasing destinati alla ritenzione in organi cavi di tipo muscolare**, ovvero vescica e stomaco. Questi DDSs sono stati concepiti per ottenere un potenziamento dell'attività farmacologica degli attivi veicolati, anche assicurando performance ultra lunghe che generalmente non sono ottenibili nel caso della somministrazione orale, con un contemporaneo miglioramento della *compliance* da parte del paziente. I prototipi realizzati si sono dimostrati capaci di subire un **cambiamento di forma controllato, transendo da una forma tridimensionale poco ingombrata, e quindi adatta alla somministrazione, ad una compatibile con la ritenzione nell'area di interesse per un tempo prolungato**. Infine, una volta esaurita la funzione di rilascio, tali sistemi andavano incontro ad un'**eliminazione non invasiva** a seguito di erosione/dissoluzione e della perdita di caratteristiche meccaniche adatte alla ritenzione.

Data la complessità dell'argomento oggetto di studio e trovandomi ad impiegare **tecnologie cutting-edge**, dalla cui diffusione potrebbe derivare grande vantaggio per l'industria farmaceutica sia in termini produttivi che di innovazione, è stato per me imprescindibile implementare la **collaborazione con esperti, accademici e non, appartenenti ad altri settori**. Durante questo lavoro ho infatti potuto lavorare a stretto contatto con ingegneri chimici, ingegneri dei materiali, ingegneri meccanici, medici e biologi, acquisendo una serie di competenze di tipo trasversale che sono preziose quando si lavora in campo tecnologico farmaceutico. Inoltre, grazie all'esperienza di **ricerca all'estero** presso la start-up **Multiply Labs, Inc.**, ho imparato a lavorare in un ambiente multidisciplinare, basato sulla **complementarità delle competenze** (e.g. ingegneria robotica, ingegneria informatica, controllo qualità). Ho avuto il privilegio non solo di contribuire allo sviluppo e al testing di tecnologie innovative ma anche di confrontarmi con i risvolti normativi legati all'utilizzo di queste ultime, collaborando all'identificazione di vie efficaci per adattare il sistema di assicurazione di qualità a processi che sono lontani da quelli tradizionalmente impiegati nella produzione di forme di dosaggio e aventi come obiettivo la **realizzazione di piccoli lotti o lotti personalizzati**, per i quali i protocolli attualmente in uso, basati sul controllo qualità a campione, non sarebbero percorribili. Inoltre, sempre grazie a questa collaborazione trans-oceanica, ho iniziato ad affrontare un argomento di ricerca ancora più sfidante, ovvero l'**implementazione di tecnologie digitali e robotiche alla produzione automatizzata ed al controllo qualità dei medicinali ad oggi più all'avanguardia, ovvero le terapie cellulari, anche in collaborazione con università americane ed aziende altrettanto prestigiose** (e.g. Stanford, University of California San Francisco, Thermo Fisher, Cytiva, Charles River Laboratories). Questa possibilità mi ha dato un grandissimo vantaggio formativo, rendendomi un tecnologo farmaceutico che ha sviluppato competenze anche in ambito ingegneristico soprattutto per quanto concerne la progettazione ed il *prototyping*.

Infine, anche durante il lavoro in Italia, ho cercato di **valorizzare al meglio l'importanza della stretta collaborazione tra Università e realtà aziendali** del territorio, appartenenti all'ambito **farmaceutico, nutraceutico** e più recentemente anche a quello **cosmetico** (e.g. Chiesi Farmaceutici S.p.A., Angelini

Pharma, Euronovis S.R.L., A.F. Suter & Co. Ltd, Pizeta Pharma S.p.A., ArtCosmetic S.R.L.). Infatti ho portato avanti e sto continuando a condurre attività di ricerca che hanno portato alla pubblicazione di articoli scientifici in collaborazione, a contratti di ricerca che prevedono la co-titolarità dei risultati inventivi e infine intrapreso progetti di innovazione e technology transfer condivisi.

Nella mia attività di ricerca ho avuto l'opportunità di collaborare con:

- F. Briatico-Vangosa, C. Bertarelli, C. Castiglioni, S. Tagliabue, A. Chiappa, E. Ravasi, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "G. Natta", Politecnico di Milano, Milano, Italia;
- F. Auricchio, G. Scalet, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italia;
- F. Baldi, S. Pandini, N. Inverardi, Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale, Università degli Studi di Brescia, Brescia, Italia;
- A. Pecile, Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Milano, Italia;
- C. Moscheni, C. Perrotta, S. Zecchini, A. Napoli, Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche "L. Sacco", Università degli Studi di Milano, Milano, Italia;
- A. Gregori, V. Varca, Dipartimento di Urologia, ASST Rhodense, Garbagnate Milanese, Italia;
- F. Parietti e colleghi, Mechanical Engineering Department, Massachusetts Institute of Technology, Boston, Massachusetts, Stati Uniti d'America; Multiply Labs, Inc., San Francisco, California, Stati Uniti d'America;
- J.H. Esensten, A. Batish, J. Balcerak, M. Kutova-Stoilova, S. Paruthiyil, L.A. Acevedo, R. Stadnitskiy, Department of Laboratory Medicine, University of California San Francisco, San Francisco, California, Stati Uniti d'America;
- S. Carmichael, Cytiva Life Sciences, Marlborough, Massachusetts, Stati Uniti d'America;
- H. Aulbach e X. De Mollerat Du Jeu, Thermo Fisher Scientific, Langenselbold, Germania e Carlsbad, California, Stati Uniti d'America;
- M. Hewitt, Charles River Scientific, Wilmington, Massachusetts, Stati Uniti d'America;
- B. di Robilant, Dorian Therapeutics, San Francisco, California, Stati Uniti d'America;
- M. Spoldi, Euronovis S.R.L., Liscate, Italia;
- N. Guerra, N.G. Labtech S.R.L., Bergamo, Italia;
- A. Gelain e F. Buratti, Freund-Vector Corporation, Villasanta, Italia;
- D. Von Zeppelin, Arburg GmbH, Lossburg, Germania;
- M. Turchi, Kloner3D, Firenze, Italia;
- A. Zidan, Food and Drug Administration, Rockville, Maryland, Stati Uniti d'America;
- F. Siepmann, J. Siepmann, C. Neut, Université of Lille, Lille, Francia;
- F. Casati, IMA S.p.A., Ozzano dell'Emilia, Italia;
- M. Pertile e A. Piazza, Chiesi Farmaceutici S.p.A., Parma, Italia;
- A. Malpede, M. Verderio, C. Scaburri, ArtCosmetics S.R.L., Forno San Giovanni, Italia.

Data

18 Luglio 2024

Luogo

Milano