

UNIVERSITÀ  
DI PARMA

dicembre 2022

UNIPR **Ricerca**

risultati, persone, fatti della ricerca di Ateneo

## in evidenza:

**Dai neuroni specchio all'autoritratto: viaggio nelle neuroscienze cognitive**

**La rappresentazione letteraria del tiranno**

**Depurare le acque col sole**

**Nuovi polimeri per packaging sostenibile**

**GenetoCheese: come la genomica aiuta a migliorare il latte**

**Nuove frontiere nello sviluppo di biomateriali per il cavo orale**

**La gestione dei musei italiani per generare e valorizzare il nostro patrimonio culturale**

UNIPR Ricerca  
dicembre 2022

### a cura di:

*Coordinamento:* Roberto Fornari  
*Redazione:* Barbara Rondelli, Licia Gambarelli, Giovanna Greci  
*Grafica e impaginazione:* Nicola Franchini

inviare commenti, segnalazioni e spunti a:

[dirigenza.ricerca@unipr.it](mailto:dirigenza.ricerca@unipr.it)

archivio:

[www.unipr.it/ricerca](http://www.unipr.it/ricerca)

**in copertina:** Norman Rockwell, Triplo Autoritratto, copertina del Saturday Evening Post, 13 febbraio 1960 (*dall'articolo a pagina 3*)

**immagini:** fornite e concesse dai docenti autori delle ricerche

Le notizie a pagina 27 sono in parte tratte e riadattate dall'archivio notizie del portale [www.unipr.it](http://www.unipr.it)

# UNIPR Ricerca: un nuovo strumento per fare conoscere la nostra migliore ricerca

Gentili lettrici e lettori,

siamo all'appuntamento col magazine UNIPRicerca che vi presenta alcuni significativi risultati di ricerche condotti nei nostri dipartimenti. Stavolta si parla di neuroscienze, gestione di musei, di nuovi approcci per la depurazione delle acque, genetica delle bovine da latte, protesi e ricostruzione dei tessuti nel cavo orale, nuovi polimeri per packaging sostenibile, rappresentazione letteraria del tiranno. Spero vivamente che questi articoli possano stimolare interesse e curiosità fra gli studenti, i nostri colleghi, e i lettori e lettrici esterni al nostro Ateneo.

Parlando di ricerca, non si può non parlare oggi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR - e dell'impatto che avrà sulla ricerca negli atenei italiani nei prossimi tre anni. L'Università di Parma ha avuto successo in diverse azioni del PNRR, Missione 4, Componente 2, del MUR: è inserita in due Centri Nazionali, nell'Ecosistema Regionale per l'Innovazione, in tre partenariati estesi finanziati, due infrastrutture per la ricerca e una per l'innovazione. Inoltre UNIPR ha partecipato con successo ad altri bandi extra-MUR vedendosi approvati ulteriori cinque progetti da MISE, MITE, Ministero della Salute e Regioni. Complessivamente, i progetti approvati finanzieranno vari gruppi dell'Ateneo con oltre 48 milioni di euro, coinvolgeranno circa 160 docenti e permetteranno il reclutamento di circa 190 nuove unità di personale, includendo ricercatori a tempo determinato, assegnisti di ricerca, dottorandi, e personale TA di supporto. Un'operazione imponente, nei numeri e per ampiezza dei temi trattati, che implica anche un altissimo grado di responsabilità da parte di tutti i soggetti coinvolti, come giustamente sottolineato dal Rettore Andrei in un recente evento sul PNRR.

Il PNRR è nato come riscossa sulle tragedie umane, economiche e sociali scatenate dalla pandemia COVID, e il ruolo dei ricercatori, siano essi medici, informatici, economisti, chimici, ingegneri o psicologi può, e deve, essere decisivo per far fare un passo in avanti alla società, in termini di salute, lavoro, economia reale, giustizia e sostenibilità. Un docente ha ovviamente ben altro ruolo rispetto a quello di chi è stato eletto per governare il paese, tuttavia deve essere consapevole che in questo caso il finanziamento ricevuto ha un significato diverso da quello di tradizionali bandi competitivi. I cittadini guardano a noi ricercatori con maggiori aspettative, confidano nelle nostre ricerche per uscire dalla difficile situazione in cui ci troviamo. Pochi risultati e scoperte saranno dirompenti al punto tale da rivoluzionare l'attuale sistema produttivo e sociale, ma con il massimo impegno dei singoli ricercatori ed il nuovo spirito collaborativo che si è instaurato fra tante diverse istituzioni entro le reti PNRR - partenariati, centri nazionali ed ecosistemi - si possono raggiungere traguardi molto ambiziosi entro i tre anni del Piano. Fra questi vorrei citare materiali e sistemi di produzione più rispettosi dell'ambiente, nuove fonti di energie rinnovabili, efficienti sistemi di abbattimento dell'inquinamento dell'aria e delle acque, una mobilità intelligente e città più vivibili per tutti, nuovi approcci diagnostici e terapeutici più sicuri e rispettosi del singolo. Questi sono traguardi importanti, che possono migliorare sostanzialmente il nostro modo di vivere, e che diventano raggiungibili solo se tutti i ricercatori contribuiscono col loro tassello, più o meno vistoso, al grande mosaico del PNRR. Con la consapevolezza che le nostre ricerche sono un mezzo e non un fine.

Tanti docenti si chiedono cosa succederà alla scadenza del PNRR; domanda quanto mai legittima. Se avremo fatto bene il nostro lavoro entro questo PNRR, e se i risultati delle ricerche saranno seri e concreti, allora sarà relativamente facile convincere la politica della necessità di continuare a sostenere massicciamente la ricerca. Avremo anche il convinto sostegno dei cittadini che avranno toccato con mano i benefici di scienza, conoscenza e innovazione, e dei tanti giovani ricercatori che con entusiasmo ci affiancheranno in questo straordinario triennio.

Un augurio di buona lettura e i più cordiali saluti,

*Roberto Fornari*

Prorettore per la Ricerca



Vittorio Gallese

## DAI NEURONI SPECCHIO ALL'AUTORITRATTO: VIAGGIO NELLE NEUROSCIENZE COGNITIVE

La scoperta dei neuroni specchio compie quest'anno trent'anni. Prima del 1992 esistevano molte ricerche che studiavano il movimento, la visione, il tatto, la memoria e le decisioni, ovvero si occupavano del cervello singolo posto di fronte a dei compiti di vario genere (sensoriale, motorio o cognitivo). La scoperta di questo meccanismo funzionale, chiamato «sistema dei neuroni specchio» (*Mirror Neuron System*), ha rivoluzionato le tradizionali concezioni della comprensione delle azioni, dando impulso ad un vastissimo numero di ricerche e di ipotesi negli ambiti di ricerca più disparati, ma soprattutto dà finalmente una fondazione neurofisiologica alla dimensione cruciale dell'essere umano: nascono le neuroscienze sociali, che sono una branca delle neuroscienze cognitive che si occupa della dimensione della socialità e delle relazioni interpersonali, di cui si occupa il Prof. Vittorio Gallese, docente del Dipartimento di Medicina e Chirurgia e coordinatore del Laboratorio di Neuroscienze Cognitive Sociali.

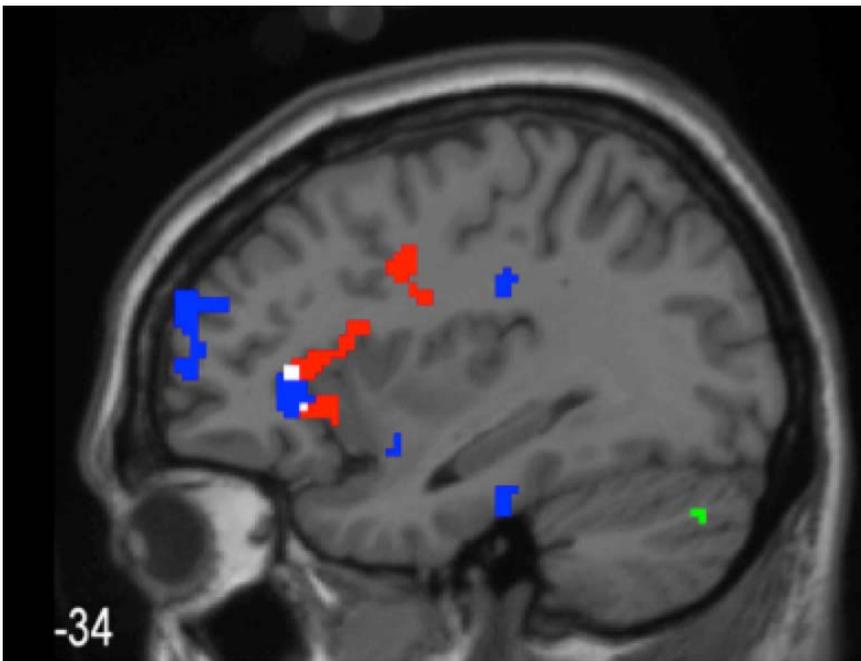
### *Prof. Gallese, può spiegare brevemente come funziona il meccanismo dei neuroni specchio?*

A livello microscopico, cioè a livello dei neuroni, esiste un meccanismo neurofisiologico che lega noi agli altri perché gli stessi gruppi di neuroni che si attivano, controllano e permettono l'esecuzione delle azioni, si attivano anche quando noi non facciamo nulla ma vediamo quelle azioni eseguite da qualcun altro. Nel corso degli anni si è visto che, dal punto di vista evolutivo, questo è un meccanismo antichissimo, perché ce l'hanno gli uccelli, è stato trovato nei ratti e nei topi ed è presente nei primati. Da subito ci è apparsa chiara la grande rilevanza di una scoperta di questo genere per capire meglio noi stessi, e così sono iniziate le ricerche volte a determinare se anche il cervello umano fosse dotato di questo meccanismo.

La conferma è venuta ampiamente: anche nell'uomo circuiti simili a quelli del macaco si attivano quando eseguiamo delle azioni, ma anche quando le azioni le vediamo eseguire, ovvero si attivano quando imitiamo gli altri, e persino se immaginiamo di compiere delle azioni. A questo punto, siccome l'appetito vien mangiando, vent'anni fa con il filosofo americano Alvin Goldman ci siamo posti il problema di capire se questo fosse un aspetto esclusivamente confinato al sistema motorio o se invece fosse la spia di una modalità di funzionamento più di base del nostro cervello: abbiamo ipotizzato che la stessa logica del rispecchiamento, gli stessi meccanismi di simulazione potessero essere presenti anche nel dominio delle emozioni e delle sensazioni. Gli esperimenti successivi hanno dimostrato che la nostra ipotesi era giusta.

### *E cosa implica lo spostamento dall'ambito delle azioni a quello delle emozioni?*

Come dicevo, la nostra ipotesi era che questo meccanismo si potesse trovare anche nel dominio delle emozioni e delle sensazioni. Siccome in scienza le ipotesi vanno verificate, da lì nasce tutta una serie di esperimenti (tecniche di neuroimaging e di stimolazione magnetica transcranica TMS) che dimostrano come questa ipotesi è effettivamente fondata (figura 1). Siamo partiti dallo sperimentare le emozioni: la prima emozione che abbiamo studiato è il **disgusto** (figura 2) ed i risultati hanno mostrato che parte delle stesse strutture cerebrali che si attivano quando io provo disgusto, si attivano anche quando vedo la smorfia di disgusto sul viso dell'altro. È importante sottolineare che questa sovrapposizione non è mai totale perché, se



**Wicker, Keysers, Plailly, Royet, Gallese and Rizzolatti, Neuron 2003**

**figura 1.** La figura mostra una struttura del cervello - l'Insula anteriore - attivata (sono i pixel bianchi) sia dall'esperienza in prima persona del disgusto, sia dalla sua osservazione sul volto di un altro. È la prima dimostrazione di un meccanismo "mirror" per le emozioni.

così fosse, noi non saremmo mai in grado di distinguere "chi è chi", chi fa l'esperienza e chi invece è semplice osservatore.

Questo meccanismo ci permette di empatizzare e di comprendere dall'interno che cosa sta provando l'altro: io posso arrivare alla conclusione cognitiva che lei, in questo momento, sta sorridendo semplicemente imparando ad associare che quando gli angoli delle labbra vanno in su lei è allegra e sta sorridendo.



**figura 2.** Immagine tratta da uno dei filmati utilizzati per l'esperimento sul disgusto, che mostra un volto che esprime quella emozione.

Ma da qui a dire che è la stessa cosa di quando capisco che lei sta sorridendo perché in qualche modo una parte di me partecipa simulandolo sono due cose completamente diverse.

Dopo aver dimostrato il funzionamento delle emozioni siamo passati alle sensazioni tattili: noi siamo stati i primi a dimostrare che le stesse aree del cervello che si attivano quando una parte del nostro corpo viene toccata, si attivano anche quando noi vediamo toccare parti equivalenti del corpo dell'altro.

#### **Quindi azioni, emozioni e sensazioni: a che conclusione siete giunti?**

A quel punto ho proposto un modello integrato: il modello della "simulazione incarnata" che fondamentalmente dice una cosa molto semplice, ma credo molto interessante per capire come funziona il cervello, ossia noi **riusiamo** alcune parti del nostro cervello per funzioni diverse. Il sistema motorio si è evoluto per farci muovere e normalmente, quando si attiva, arrivano gli impulsi ai muscoli, i muscoli si contraggono e noi ci muoviamo. Ma c'è un'altra modalità di riuso di questo stesso meccanismo: il sistema motorio si attiva ma io non mi muovo. I muscoli, se li registro con l'elettromiografia,

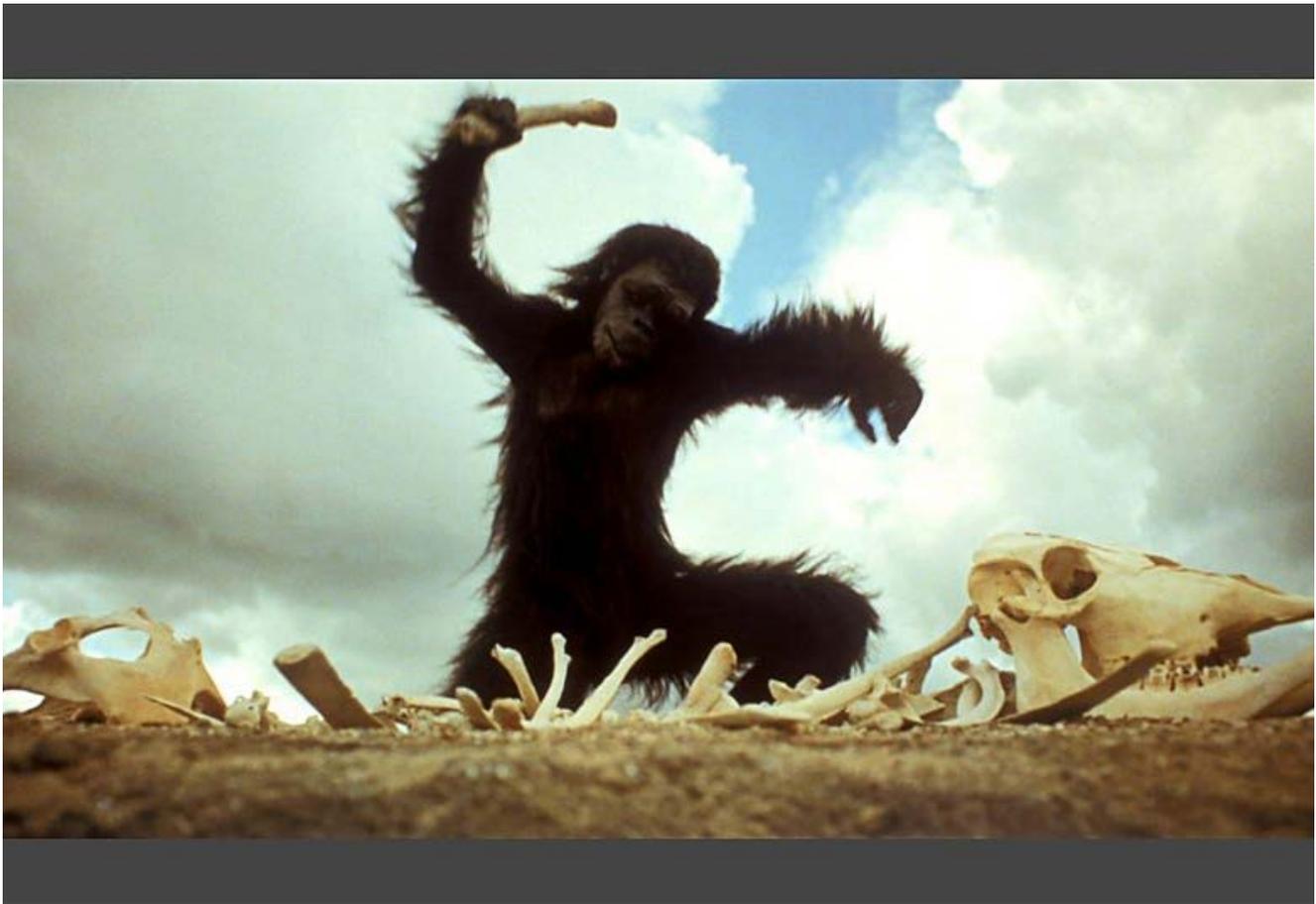
sono silenti ma in quel momento il mio sistema motorio sta simulando il movimento di qualcun altro oppure sta simulando un movimento che io mi limito a immaginare oppure, se andiamo in un'altra parte del cervello, sta simulando una emozione oppure sta simulando la sensazione tattile. Il meccanismo *mirror* nella sua articolazione in azioni, emozioni e sensazioni credo sia cruciale per comprendere gli altri, con questa modalità esperienziale, empatica.

#### **A questo punto si inizia a parlare di empatia: cosa significa?**

Empatia significa sentire con l'altro, non c'entra niente con l'altruismo, col buon samaritano, con la compassione, quella è la simpatia. Simpatizzare significa "sentire per l'altro", empatizzare "sentire con l'altro". Quando noi ci mettiamo in relazione con l'altro abbiamo mille canali di comunicazione, ma il primo resta il corpo che manda segnali all'esterno. Ad esempio, quando si chatta su WhatsApp spesso si cade nell'equivoco perché l'altro scrive una cosa con l'intenzione di essere ironico, mentre noi la interpretiamo letteralmente e magari ci arrabbiamo. Ecco che ci vengono in soccorso gli emoticon: aiutano in qualche modo a fare capire che cosa c'è dietro alle parole, mimando corpo o volto nella situazione realmente intesa. La "simulazione incarnata" può essere considerata come il correlato funzionale dell'empatia o, più in generale, possiamo concludere che i neuroni specchio sono alla base dell'empatia.

#### **Il confine fra neuroscienze e scienze umane (filosofia, estetica, arte, ecc.) diventa sempre più labile: che cosa esplorano esattamente le neuroscienze cognitive?**

Voglio rispondere a questa domanda partendo da una nozione molto più antica di estetica, "aisthesis", che significa "conoscere il mondo attraverso i sensi" quindi attraverso il corpo: interessarsi di estetica è interessarsi di una modalità di relazione col mondo. Secondariamente, perché una delle caratteristiche distintive dell'umano è la totale insoddisfazione del vivere nel mondo, nella realtà fisica. L'essere umano da sempre crea dei mondi paralleli, raccontando



**figura 3.** Fotogramma del film "2001: Odissea nello spazio" (1968) di Stanley Kubrick.

storie e creando immagini. La scrittura esiste da circa 6000 anni, ma prima c'erano verosimilmente altri sistemi di comunicazione, la tradizione orale. L'invenzione del fuoco non è importante solo per cuocere i cibi, ma attorno al fuoco ci si raccontano le storie e ci si aiuta con le immagini che riproducono il mondo reale e quelli immaginari.

Quindi, che cosa studiano le neuroscienze cognitive? Quello che la mente umana produce ovvero il simbolico. Pensiamo al film "2001: Odissea nello spazio" (figura 3): nella prima sequenza, all'alba dell'uomo, vediamo lo scimmione che guarda la carcassa dell'animale, la prende in mano e poi si accorge che questo femore può diventare una clava, poi a un certo punto lancia la clava, la clava ruota in cielo e con una dissolvenza si trasforma nell'astronave. Ecco, quella scena dice tutto: cioè lì c'è l'uso del mondo fisico e dell'oggetto a fini utilitaristici, ma poi cominciamo a creare degli oggetti che hanno tutta un'altra valenza, servono a comunicare qualcosa di simbolico a qualcuno.

Fatte tutte queste premesse, non solo è lecito ma, dal mio punto di vista, è necessario che le neuroscienze si occupino del simbolico in senso lato e, in termini diciamo più moderni, che si occupino di quella che oggi chiamiamo arte, ovviamente lasciando perdere qualsiasi volontà di imperialismo scientifico.

**Può spiegarci meglio come si congiungono le vostre ricerche al ritratto e all'autoritratto?**

Uno dei temi della mia ricerca è che cosa vuol dire essere un Sé, cosa vuol dire essere un soggetto: si parla di soggettività, individualità, identità personale. Concetti complessi e composti di molte componenti, ma una componente è legata alla nostra natura corporea quindi, in parte, a quei meccanismi di cui abbiamo parlato fino ad ora.

Il ritratto e l'autoritratto sono due costanti, almeno nell'arte occidentale, che hanno una grandissima funzione quando si comincia a parlare di soggetto. L'ipotesi da cui siamo partiti è che l'autoritratto, mediamente, risulti più espressivo e più coinvolgente del

ritratto; quindi, la domanda che ci siamo posti è stata: "Se mostriamo due dipinti di volti, uno dei quali è un ritratto e l'altro un autoritratto, e chiediamo all'osservatore di indicare quale sia il ritratto e quale l'autoritratto, sarà tale osservatore in grado di distinguerli?". Ai partecipanti agli esperimenti abbiamo inoltre fatto una serie di domande, chiedendo loro di valutare quanto espressivi, coinvolgenti emotivamente e quanto esteticamente belli fossero tutti i volti dipinti osservati. I risultati hanno dimostrato che pur non essendo in grado di distinguere gli autoritratti dai ritratti, i partecipanti all'esperimento valutavano i primi come più espressivi, emotivamente più coinvolgenti ed esteticamente più belli dei secondi.

**Come siete giunti a questa conclusione?**

Semplificando molto, possiamo dire che quando si fa un ritratto di una persona si riproduce il volto che si ha di fronte: per un'inversione dell'immagine, quando si guarda la guancia destra della persona ritrat-

ta, questa ci appare a sinistra e la guancia sinistra ci appare a destra. Ci sono innumerevoli documentazioni che ci dicono che la gran parte degli autoritratti sono stati fatti utilizzando lo specchio, io vedo la mia immagine riflessa nello specchio e quindi la inverto sulla tela. Quando io mi ritraggo dipingo la mia guancia destra sulla destra e la mia guancia sinistra sulla sinistra: quindi c'è un'inversione (figura 4). Perché questa inversione potrebbe essere importante? Perché molti studi dimostrano che la parte sinistra del volto è la più espressiva, inoltre quando noi guardiamo un volto tendiamo ad andare a guardare - di più e più a lungo - la metà sinistra del volto, che però è la metà destra. Siccome l'emisfero di destra è l'emisfero più emotivo (sto ovviamente semplificando molto) e siccome guida l'attenzione verso la parte sinistra, il vantaggio è che io guardo - prima e più a lungo - la metà sinistra del volto di fronte a me, ma nella vita e quando guardiamo dei ritratti è la metà meno espressiva del volto in realtà. Non così però nell'autoritratto, dove a sinistra mi appare la metà sinistra del volto, quella cioè mediamente più espressiva. Quindi, nell'autoritratto - a differenza del ritratto - ci sarebbe questa coincidenza tra la metà che osservo per prima e più a lungo e la metà più espressiva; ed ecco quindi apparentemente dimostrata una delle nostre ipotesi per cui gli autoritratti vengono percepiti mediamente come più espressivi e più emotivamente coinvolgenti dei ritratti. Ma le cose sono più complicate, perché gli autoritratti 'vincono' rispetto ai ritratti anche quando vengono presentati invertiti di 180°. Quindi verosimilmente la spiegazione è un'altra ed ha ancora a che vedere col movimento. Quando io mi ritraggo - guardandomi allo specchio - provo varie espressioni ma c'è una unicità del corpo che si muove, che guarda sé stesso e che poi viene trasferito sulla tela: è quindi questa congruenza tra l'oggetto ritratto e il corpo che lo ritrae che lo rende più espressivo. Questi risultati sono stati pubblicati qualche mese nella rivista *Topoi*, in un numero speciale dedicato al volto e i dati sembrano suggerire che l'autoritratto risulta più coinvol-

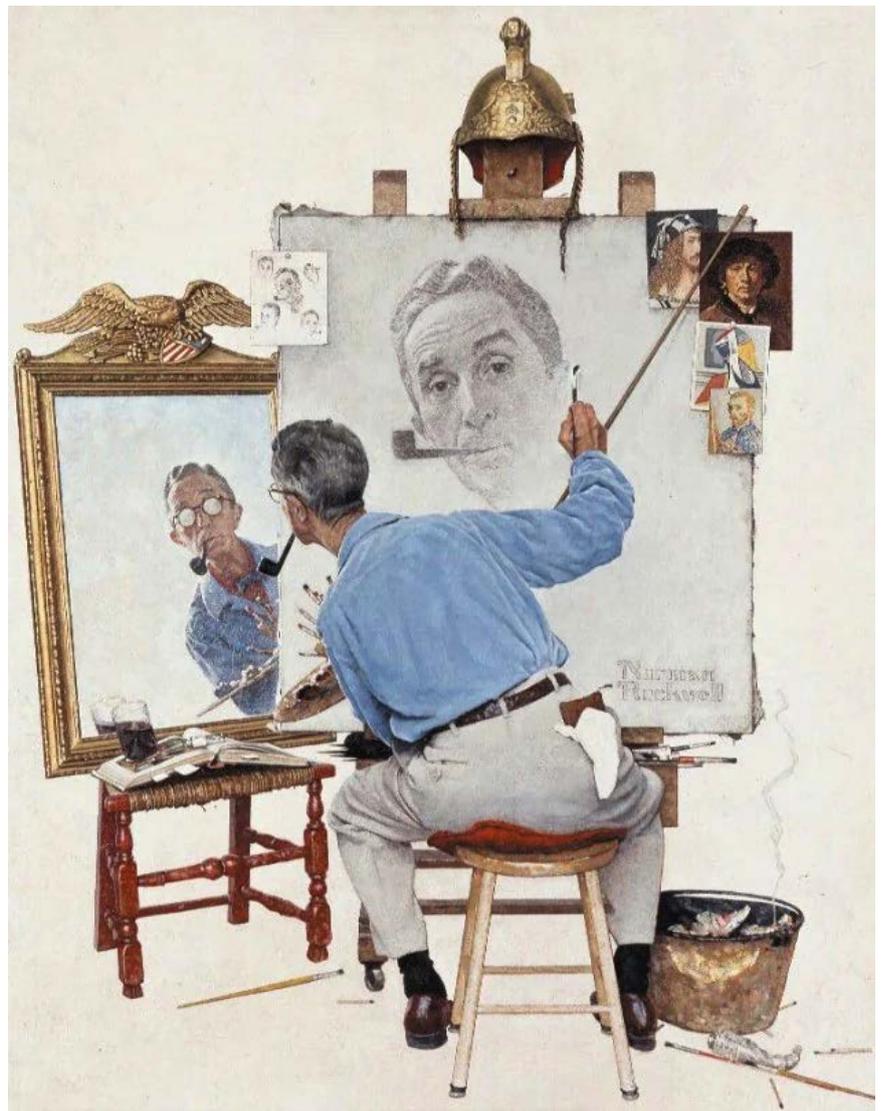


figura 4. Norman Rockwell, *Triplo Autoritratto*, copertina del *Saturday Evening Post*, 13 febbraio 1960.

gente emotivamente, più espressivo perché è il prodotto di una sintesi che avviene tutta all'interno dello stesso corpo - quello dell'autore - che è contemporaneamente oggetto e soggetto.

#### **Che indirizzo hanno preso le sue ultime ricerche?**

Attualmente sono in anno sabbatico alla Columbia University a New York: sto scrivendo un libro sull'impatto che le nuove tecnologie digitali hanno sul Sé e sulle relazioni interpersonali. A Parma stiamo per iniziare una nuova serie di esperimenti in collaborazione col prof. Tullio Ghi del Dip. di Medicina e Chirurgia (Ostetricia e Ginecologia) e con il Prof. Andrea Prati del Dipartimento di Ingegneria e Architettura del nostro Ateneo, per studiare l'integrazione multisensoriale nei feti durante l'ultimo trimestre di gravidanza. Pensiamo che

l'integrazione tra le varie modalità sensoriali come tatto e udito - in cui il sistema motorio sembra fungere da 'collante' - possa iniziare a manifestarsi già nelle ultime fasi pre-natali, costituendo un elemento importante nella costituzione del nucleo primario del Sé, il Sé corporeo. Continuiamo, inoltre, a collaborare col Prof. Carlo Marchesi e col Prof. Matteo Tonna del Dipartimento di Medicina e Chirurgia (Psichiatria) del nostro Ateneo in una serie di ricerche volte a comprendere meglio le basi neurobiologiche di una serie di malattie psichiatriche come la Schizofrenia e i disturbi ossessivo-compulsivi. La dimensione sociale e corporea di queste malattie e la correlazione tra l'esperienza che questi pazienti fanno di sé e la loro fisiologia sono aspetti ancora in gran parte inesplorati.

## FANTASMI DELLA TIRANNIDE. LA RAPPRESENTAZIONE LETTERARIA DEL TIRANNO



Carlo Varotti

Come “leggere” la volontà del tiranno? Quale sapienza psicologica, fisiognomica, gestuale e prossemica deve essere messa in campo per leggere ciò che si cela sotto le forme in cui si esprime - pubblicamente e nelle “stanze dei bottoni” - l’uomo che esercita un potere assoluto? Queste sono le domande che il gruppo di ricerca coordinato dal Prof. Carlo Varotti, docente di Letteratura Italiana del Dipartimento di Discipline Umanistiche, Sociali e delle Imprese Culturali del nostro Ateneo, si è posto in merito alla figura del tiranno nella letteratura, nelle forme dell’immaginario e nel pensiero politico. Su queste tematiche è stato recentemente costruito un progetto di ricerca che è stato finanziato con i fondi che l’Ateneo di Parma destina ad incentivare la ricerca.

*Prof. Varotti, il vostro gruppo di ricerca sta portando avanti un interessante progetto sulla “figura del tiranno”. Ce ne può parlare?*

Il progetto di ricerca si propone di indagare il modo in cui la figura del tiranno - ben definita dalla cultura greca antica e in particolare nella democrazia ateniese del V secolo a. C. - sia stata al centro dell’attenzione letteraria e artistica, e dell’immaginario europeo nell’età moderna, con particolare attenzione per i secoli che vanno dal primo Umanesimo alla grande stagione romantica. È soprattutto nella cultura teatrale (nella forma della tragedia e del melodramma) che il tiranno diventa un personaggio rilevante, costruendo una vera e propria fenomenologia del potere e stimolando indagini sulla psicologia dell’autocrate e del suo *entourage*. Questi temi possono sembrare lontani nel tempo, ma

sono in realtà strettamente legati al nostro presente, anche per questo la figura del tiranno sarà osservata dal punto di vista politologico e storico-filosofico.

*Qual è l’obiettivo di questo interessante progetto?*

L’obiettivo principale del progetto è condurre una riflessione articolata - frutto del lavoro di specialisti - in grado di coniugare le forme di rappresentazione del tiranno che si riscontrano, in una diacronia ampia, nelle varie letterature e nei diversi codici espressivi. Verranno dunque prese in considerazione non soltanto opere letterarie (con particolare attenzione al teatro e al melodramma), ma anche forme espressive della comunicazione di massa. Voglio dire che lo scopo del progetto non è solo raccogliere materiale su figure esemplari e topiche di tiranni (spesso desunte dal mondo

antico, come ad esempio Nerone (figura 1), ma non necessariamente:

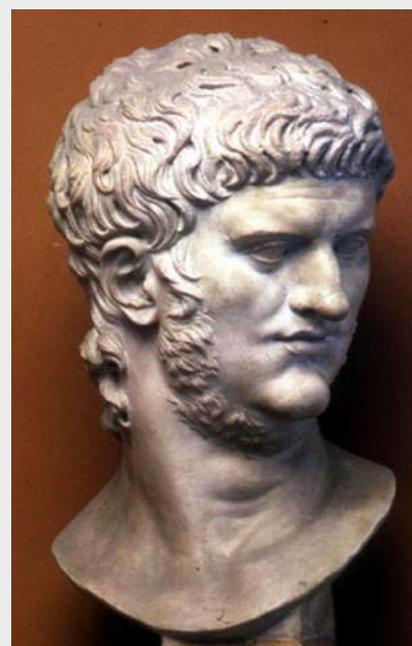


figura 1. Ritratto di Nerone, scultura del XVII secolo, Musei Capitolini (Roma)..



figura 2. Ritratto di Filippo II di Tiziano, anni '50 del XVI secolo, Museo del Prado (Madrid).

si pensi a Filippo II di Spagna (figura 2), prototipo del potere repressivo e inquisitoriale, che ha interessato Alfieri, Schiller e Giuseppe Verdi, per limitarci ai maggiori), ma anche individuare un insieme di tratti comportamentali e simbolici che i secoli della modernità hanno trasmesso al mondo contemporaneo, sopravvivendo nelle grandi narrazioni del Novecento e degli anni Duemila (tra Hollywood e il *Trono di spade*...) e fornendo chiavi di lettura di figure e personaggi del presente (figura 3 e 4).

**Quali sono i risultati ottenuti o ai quali mirate alla fine di questo progetto?**

Il primo risultato concreto è la realizzazione di un data-base in cui siano raccolte schede relative alla figura del tiranno nella cultura tardo-medievale e moderna. È un lavoro che si avvierà nel 2023-2024 con il proposito di gettare le basi per una raccolta di dati "aperta" e implementabile a tempo indeterminato. Il date-base, che abbiamo già iniziato a progettare, sarà costruito secondo un'architettura dinamica,

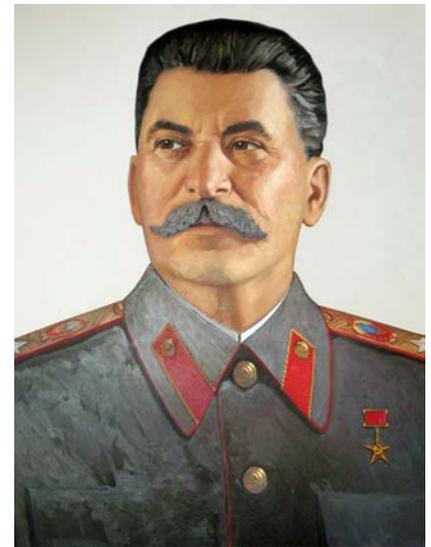


figura 3. Ritratto di Stalin, Batumi Stalin Museum (Georgia) - from Wikimedia Commons.

**Finalità della ricerca**

È previsto un convegno internazionale di studi nella tarda primavera del 2024. Sarà l'occasione per presentare ufficialmente lo stato dei lavori del data-base e la sua architettura. Il convegno raccoglierà i contributi di specialisti delle principali aree di ricerca coinvolte nel progetto: oltre ai componenti del gruppo, tutto parmigiano, di ricerca, intervengono studiosi di altre università italiane ed europee. È prevista inoltre la pubblicazione degli atti del convegno (presumibilmente entro al fine del 2024 o all'inizio del 2025).



**figura 4.** Adolf Hitler con Joseph Goebbels, suo ministro della propaganda, 1944 (Buro Laux / Pressens Bild via AP).

che consentirà di interpretare i dati raccolti secondo attraversamenti multipli. In questo modo lo strumento informatico potrà accogliere informazioni che riguardano le più diverse forme espressive: si pensi infatti come figure esemplari o archetipiche di tiranni siano state articolate e riprese (dal reale Nerone all'immaginario Macbeth...) e siano diventate non solo drammi, romanzi e libretti d'opera, ma abbiano stimolato le più varie espressioni della cultura pop, dalla cinematografia alla *graphic novel*, ai serial televisivi. Individuando alcuni marcatori essenziali della figura del tiranno (peculiarità comportamentali, caratteriali, strategie topiche d'azione ecc.) sarà possibile tracciare delle linee di continuità tra la rappresentazione del tiranno classica e dei primi secoli dell'età moderna e le forme novecentesche del potere autocratico nel contesto di massa del totalitarismo. È prevista inoltre l'organizzazione di un convegno e di una raccolta di studi sui "fantasmi del tiranno".

#### **Come si lega la figura del tiranno, presente in storia, letteratura e teatro al vivere odierno?**

È un aspetto cui teniamo particolarmente, anche perché l'associazione non sembrerebbe immediata. In realtà il discorso sul tiranno (indipendentemente dalla connotazione negativa o critica che attribuiamo alla parola) è un discorso sulle forme di un potere illimitato, gestito da un individuo circondato da una ristrettissima élite di collaboratori, e che compie scelte politiche in uno spazio di fatto segreto (quello che gli antichi chiamavano gli "arcana imperii": le decisioni prese nelle stanze impenetrabili del potere). Per prendere un esempio di attualità: quando siamo chiamati a decifrare le reali intenzioni politiche di un Putin (sul piano geo-politico o in politica interna, nella sua ricerca del consenso), non usiamo chiavi interpretative molto diverse da quelle che doveva usare un osservatore dell'agire di un sovrano assoluto. Dalle sfumature del lessico alla posizione, anche fisica (distanze e

prossimità), che assume l'entourage del "principe": ci troviamo di fronte a un complesso di parole, gesti e geometrie che segnalano linee politiche, parabole e traiettorie che vanno decifrate e lette entro specifiche cornici interpretative.

#### **Ci sono altri docenti coinvolti in questa ricerca?**

Il progetto coinvolge, in una prospettiva interdisciplinare, studiosi e studiosi del Dipartimento di Discipline Umanistiche, Sociali e delle Imprese Culturali: Nicola Catelli e Corrado Confalonieri (Letteratura italiana), Micòl Beseghi e Michela Canepari (Lingua e letteratura inglese), Maria Candida Ghidini (Letteratura russa), Stefano Beretta (Letteratura tedesca), Jorge Torre Santos (Letteratura spagnola). Fanno parte del gruppo di lavoro anche studiosi e studiosi del mondo antico e medievale e delle dottrine politiche: Anika Nicolosi (Letteratura greca), Paolo Rinoldi (Filologia romanza), Matteo Truffelli (Storia delle dottrine politiche), Stefania Voce (Letteratura latina medievale e umanistica).

#### **È davvero affascinante riflettere su come passato e presente si intreccino e come vengano compresi e rappresentati: un ultimo commento?**

Siamo animali parlanti e siamo animali simbolici. Nel complesso guardiamo a una parola che vive nel gesto visivo del teatro e della comunicazione pubblica. E poiché sono in gioco le multiformi e sempre ambigue "narrazioni" del potere, lo sguardo non può che essere articolato, "multiplo" e orientato verso le complesse interazioni tra parola, immagine, simboli e canali di informazione.

#### **Un investimento sui giovani**

Il gruppo di ricerca ha deciso di investire i due terzi della dotazione del progetto (interamente sostenuto con fondi di Ateneo, destinati ad incentivare la ricerca di progetti proposti da docenti e ricercatori) per finanziare il lavoro di uno o due giovani ricercatori che lavoreranno alla creazione del data-base. Un lavoro complesso, che richiede competenze non meccaniche, ma complesse e articolate: la conoscenza delle lingue classiche e delle principali lingue europee moderne, ma anche una reale dimestichezza con la letteratura, soprattutto teatrale e melodrammatica dei secoli moderni.



Claudia Graiff



Laura Bergamonti



Ruggero Bettini

## COMBATTERE L'INQUINAMENTO DELLE ACQUE CON LA LUCE

L'aumento dell'inquinamento dovuto a numerose tipologie di microinquinanti, in particolare nell'ecosistema acquatico, è diventato un serio problema con effetti nocivi sull'ambiente e sull'uomo. Nelle acque di scarico, nelle falde acquifere sotterranee e nell'acqua potabile è sempre più spesso riscontrata la presenza di contaminanti quali farmaci, cosmetici, pesticidi e metalli pesanti. Claudia Graiff del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale ci racconta come determinati processi di degradazione siano capaci di rendere innocua una grande varietà di inquinanti organici e inorganici.

*Professoressa Graiff, ci può parlare delle sue ricerche su tecniche di degradazione fotocatalitica capaci di rendere inattivi gli inquinanti dalle acque reflue, con particolare focus sugli inquinanti farmaceutici.*

Farmaci quali gli antinfiammatori e gli antibiotici dopo il loro uso, continuano ad essere presenti in forma attiva nelle acque reflue. L'emergenza pandemica, con l'aumento dell'utilizzo di queste tipologie di farmaci, ha amplificato questo fenomeno. Tramite i processi convenzionali di trattamento delle acque si raggiunge solo una parziale rimozione di tali inquinanti. La nostra sperimentazione si basa su processi di ossidazione avanzata (noti in letteratura come Advanced Oxidation Processes, AOPs), capaci di generare *in situ* specie altamente reattive che portano a processi di degradazione ossidativa non selettiva, utilizzabili per rendere

innocui una grande varietà di inquinanti organici ed inorganici. Su questi temi oltre a me collaborano la Dr.ssa Laura Bergamonti del Dipartimento SCVSA e il Prof. Ruggero Bettini del Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, con i rispettivi gruppi di ricerca.

*Il vostro approccio di ricerca si basa sulla degradazione fotocatalitica, ovvero sull'utilizzo di particolari materiali semiconduttori che, attraverso l'interazione con la luce, sono in grado di distruggere gli inquinanti rendendoli inattivi. In che cosa consiste questo fenomeno?*

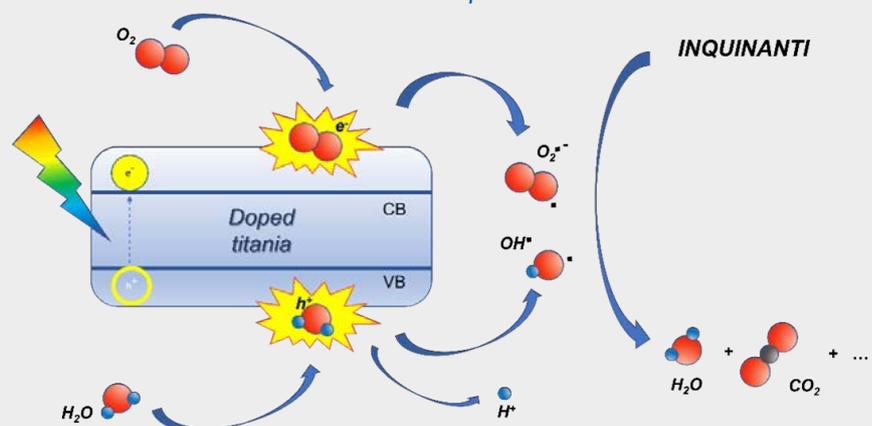


figura 1. Schema semplificato del processo fotocatalitico per la degradazione di inquinanti.

Uno dei processi di ossidazione avanzata più studiati è la "fotocatalisi eterogenea", una reazione fotoindotta che utilizza semiconduttori per generare le specie reattive in grado di degradare composti inquinanti. Per la sua stabilità chimica, non tossicità e alta fotoattività utilizziamo nanoparticelle di biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ) meglio noto come "titania".

Nel processo fotocatalitico (figura 1) la reazione avviene sulla superficie del catalizzatore: quando questa viene irraggiata con la luce di opportuna frequenza, il materiale di cui è fatto il fotocatalizzatore è capace di innescare una serie di processi di ossidoriduzione (grazie alla generazione di specie ossidanti e riducenti) che sono in grado di distruggere o per lo meno degradare diversi materiali che aderiscono alla superficie del catalizzatore stesso. Per le sue caratteristiche fisiche, il biossido di titanio assorbe fotoni di luce ad alta energia (UV-A, 3.2 eV, circa 380 nm di lunghezza d'onda) e quindi si attiva solo con luce ultravioletta. Per rendere il biossido di titanio attivo anche sotto irraggiamento di luce solare (visibile) noi utilizziamo la ben nota tecnica del drogaggio (doping), che consiste nell'introdurre atomi diversi, come per esempio fluoro o azoto. Questi atomi droganti producono stati di energia che assorbono fotoni di luce a più bassa energia, attivando processi ossidoriduttivi anche sotto irraggiamento solare.

**Uno dei temi su cui state lavorando è il sistema basato su  $\text{Ag}/\text{TiO}_2$  opportunamente inserito su supporti in chitosano stampati in 3D. Questo prototipo si è dimostrato particolarmente efficace per ridurre l'inquinamento delle acque reflue. Ci racconta come avete progettato il sistema?**

Il nostro gruppo di ricerca aveva già sperimentato l'utilizzo di sistemi fotocatalitici a base di  $\text{TiO}_2$  in applicazioni d'interesse per i beni culturali. L'idea consisteva nello sfruttare la fotocatalisi per creare un sistema "autopulente" da applicare su edifici in pietra esposti in aree ad elevato inquinamento atmosferico. È stata testata l'efficacia del fotocatalizzatore  $\text{TiO}_2$ , tal quale e drogato con azoto, su superfici solide e anche, per confronto, in sospensione acquosa, per il degrado di coloranti organici, usati come modello di inquinanti. La possibilità di impiegare le nostre competenze anche in campo ambientale su inquinanti, come ad esempio i farmaci, è stata una conseguenza diretta.

Si trattava però di trovare un sistema in grado di legare il fotocatalizzatore senza ridurne l'efficienza.

Abbiamo proposto al gruppo di ricerca diretto dal Prof. Ruggero Bettini l'idea di lavorare sulla degradazione di inquinanti e, data la loro esperienza consolidata nell'utilizzo di sistemi biopolimerici per la somministrazione di farmaci, abbiamo verificato la possibilità di mutare queste competenze per applicazioni in

campo ambientale. La scelta dell'argento è dovuta alla proprietà che i metalli nobili (oro, argento, platino) hanno di assorbire la luce visibile quando sono in dimensioni nanometriche.

**Il recupero e il riuso del fotocatalizzatore, ovvero trovare il modo di non disperderlo nell'ambiente a sua volta, è una questione fondamentale. L'avete risolta?**

Nel caso di utilizzo di titania e argento in soluzione acquosa nel processo di fotodegrado risulta difficile separare la fase  $\text{TiO}_2$  e Ag dall'acqua dopo l'utilizzo, specialmente se le dimensioni sono nanometriche, diventa quindi impossibile una sua rigenerazione dopo l'uso. I sistemi a base di membrane ultrafiltranti sono molto costosi e difficilmente realizzabili. Per risolvere questo problema si è pensato di immobilizzare le nanoparticelle di titanio e di argento su supporti costituiti da biopolimeri naturali, come il chitosano (figura 2). Il chitosano deriva dall'acetilazione della chitina, che si trova nell'esoscheletro dei crostacei ed è, dopo la cellulosa, il biopolimero più abbondante in natura. Mediante tecnologia 3D è stato possibile incorporare le particelle fotocataliticamente attive in una matrice biopolimerica, ottenendo delle "stricioline" che possono essere immerse in soluzione, poggiate su una grata e illuminate da lampada. Queste possono poi essere recuperate, lavate e riutilizzate (figura 3).

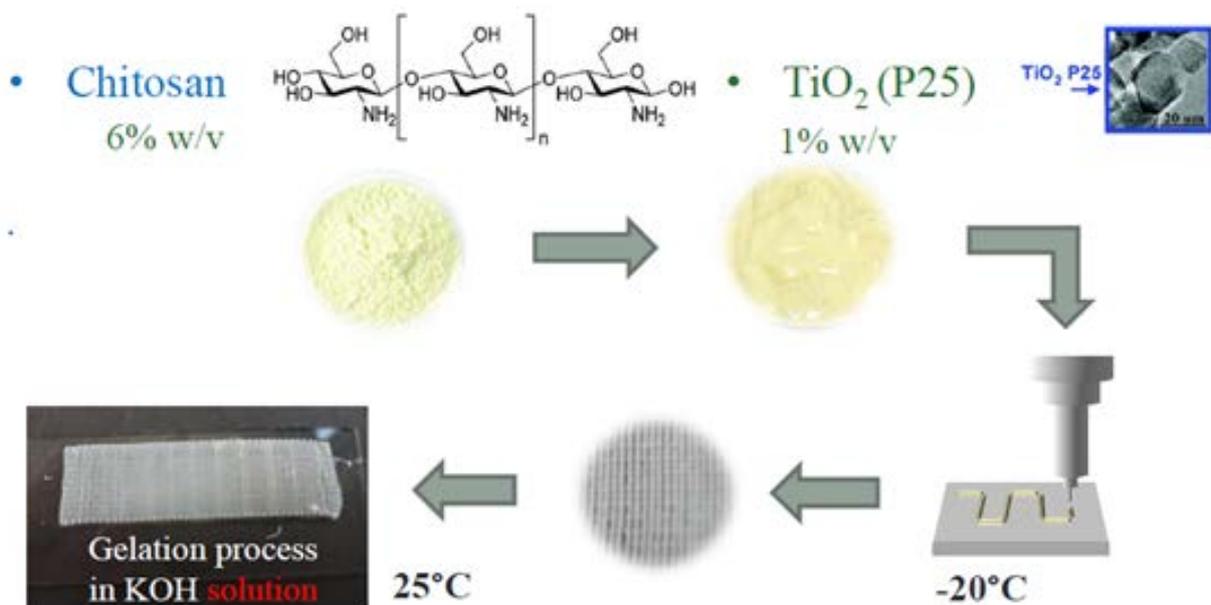


figura 2. Schema per l'ottenimento di supporti di chitosano caricati con titania.

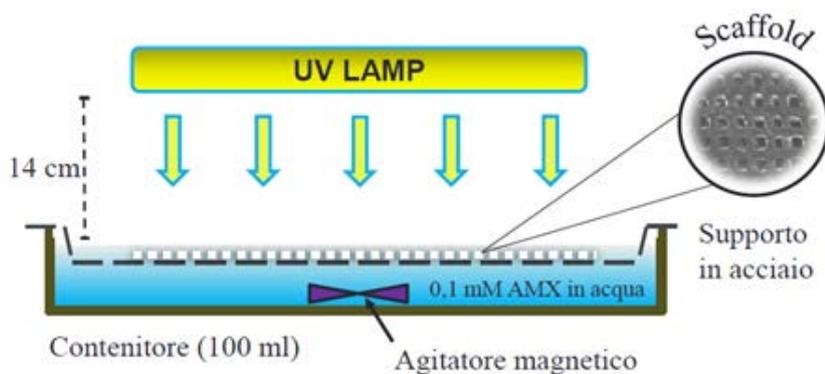


figura 3. Schema del reattore prototipo.

### Quali sono i risultati di cui siete maggiormente orgogliosi?

Alcuni risultati di questa ricerca sono stati pubblicati su riviste ad alto impatto, in particolare su "Water Research" che è un giornale internazionale che si occupa della disseminazione dei lavori di ricerca che riguardano tutti gli aspetti della scienza e della tecnologia del ciclo dell'acqua, della qualità dell'acqua e della sua gestione in tutto il mondo. Nello studio pubblicato su Water Research abbiamo testato e verificato l'efficacia del sistema  $TiO_2$  supportato da matrice biopolimerica (figura 4 e 5). In tre ore di irraggiamento, più del 95 % di amoxicillina è risultata degradata. Gli scaffolds sono stati recuperati, lavati e riutilizzati e l'efficacia di rimozione del farmaco dopo il terzo ciclo è stata maggiore dell'80%. Dopo questi positivi risultati abbiamo quindi verificato la possibilità di aumentare ulteriormente l'efficacia del sistema  $TiO_2$ /Chitosano aggiungendo nanoparticelle d'argento. L'efficienza fotocatalitica è stata verificata sulla degradazione di amoxicillina, paracetamolo e su una miscela dei due farmaci. La velocità di fotodegradazione è notevolmente aumentata: in meno di 2 h si è ottenuta la degradazione dei due farmaci. È stata inoltre verificata l'attività biocida residua dei prodotti di degradazione dei farmaci: dopo i test di fotodegrado le soluzioni non hanno attività biocida residua, come hanno dimostrato le analisi eseguite dal gruppo di ricerca della Prof. ssa Maria Cristina Ossiprandi del Dipartimento di Veterinaria. Tali risultati sono stati pubblicati sulla rivista Catalysts.

**Questo materiale sembra essere polivalente, era stato impiegato precedentemente nell'ambito dei beni culturali, con quali risultati?**

L'interesse verso lo studio del biossido di titanio è in effetti iniziato diversi anni fa proprio pensando ad un'applicazione nel campo dei beni culturali. Con il gruppo del prof. Angelo Montenero e del prof. Giovanni Predieri avevamo sperimentato metodi di sintesi delle nanoparticelle di biossido di titanio efficaci e non inquinanti, come ad esempio la sintesi mediante processo sol-gel. Il processo sol-gel avviene in due fasi: idrolisi del precursore di titanio (generalmente un alcossido) e condensazione di nuclei di particelle in accrescimento. Un processo che entra di diritto nella cosiddetta green chemistry, poiché si utilizzano reagenti puri, non si producono sottoprodotti nocivi (solo etanolo dalla condensazione dei nuclei di particelle in accrescimento), avviene a temperatura ambiente e nel caso degli alcossidi di titanio non è

necessario l'uso di catalizzatori, quindi un metodo assolutamente eco-friendly. Avevamo ottenuto sospensioni colloidali acquose stabili adatte per essere applicate su molte varietà di superfici. Dopo aver testato l'efficienza fotocatalitica delle sospensioni da noi sintetizzate su coloranti organici in soluzione, le abbiamo applicate su superfici lapidee naturali e artificiali (intonaci e malte), e abbiamo verificato la loro efficienza. Lavorare nel campo dei beni culturali, impone vincoli e limitazioni dovute alla fragilità del bene su cui si opera e anche alla necessità di tutelare l'integrità estetica dell'opera stessa.

### La pulitura di opere d'arte è una delle fasi più rischiose nell'ambito di un progetto di restauro.

L'intervento di pulitura è un intervento sempre molto delicato e critico: deve consentire di rimuovere le sostanze dannose senza intaccare il supporto e le patine originali dell'opera; inoltre deve essere sicuro per l'operatore e per l'ambiente. Un materiale autopulente grazie all'esposizione alla radiazione solare è un importante asset nel campo della conservazione delle opere monumentali, che apre la strada ad interventi sempre più efficaci e meno invasivi. L'utilizzo di biossido di titanio, variamente drogato è stato utilizzato come fotocatalizzatore per il degrado di coloranti su materiali litoidi di interesse artistico e culturale. Risultati promet-

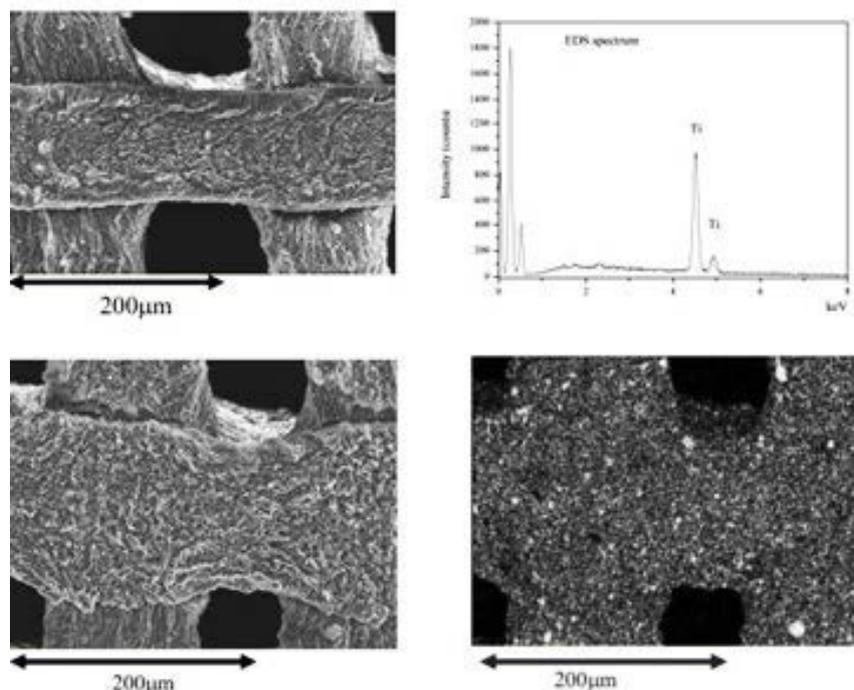


figura 4. Immagini SEM degli scaffold che evidenziano la morfologia degli strati, l'analisi elementare sul Ti e la mappa della distribuzione del titanio all'interno degli strati.

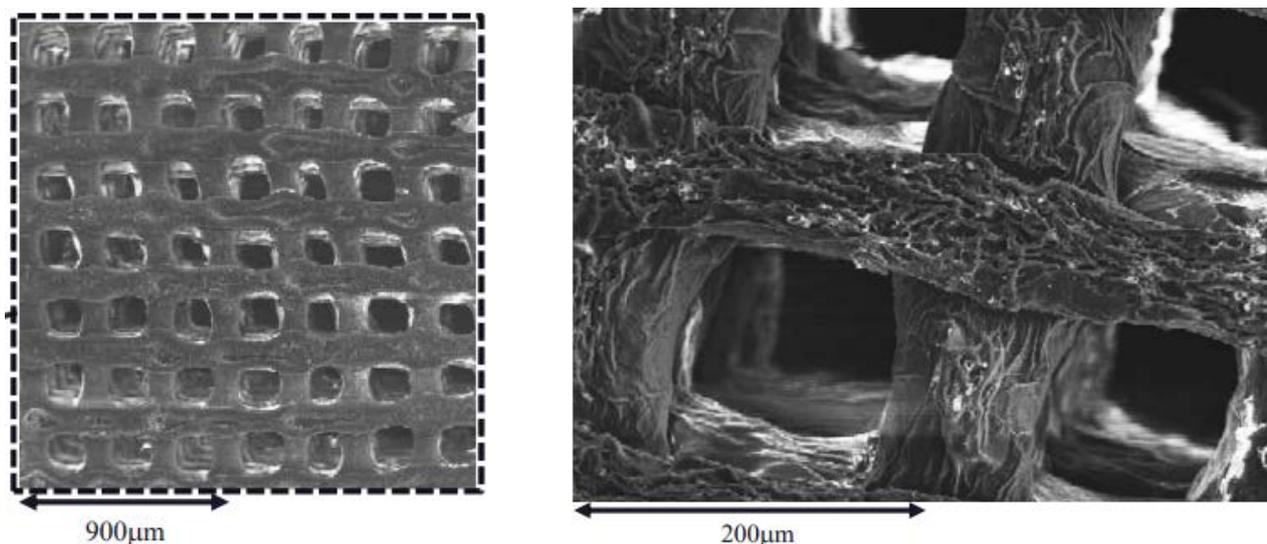


figura 5. Immagine SEM in elettroni secondari che illustra la morfologia a diversi livelli di ingrandimento per gli scaffold.

tenti sono stati ottenuti su travertino, marmo di Carrara, Pietra di Lecce, Pietra di Noto e Modica.

Recentemente unitamente al gruppo di ricerca della Prof. Antonella Casoli, stiamo realizzando progetti di collaborazione congiunta con l'Istituto Centrale per il Restauro del Ministero della Cultura volti a sperimentare materiali innovativi a base di nanoparticelle di cellulosa microcristallina per il consolidamento di manufatti organici (lignei, tessili, cartacei, etc.) di valore storico artistico, comparandone l'idoneità con prodotti tradizionali utilizzati nel settore del restauro.

Queste attività si inseriscono fra gli obiettivi del progetto PNRR "Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna" finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU.

#### E in campo edile?

In campo edile l'idea di sfruttare la fotocatalisi per creare un sistema "auto-

pulente" da applicare su edifici in pietra naturale e artificiale esposti in aree ad elevato inquinamento è estremamente interessante. Le sperimentazioni fatte, testando titania pura e drogata con azoto, hanno dato ottimi risultati in termini di protezione e self-cleaning. Tuttavia, in campo edile, uno degli sforzi maggiori è volto a ridurre progressivamente l'utilizzo del cemento Portland, che ha un enorme impatto ambientale in termini di produzione di CO<sub>2</sub>. In questo ambito, sono entrati sulla scena i leganti geopolimerici, che rappresentano un'interessante alternativa "green", adatta anche alla produzione di malte per muratura. I geopolimeri possono essere definiti come leganti idraulici prodotti a partire da polveri inorganiche, principalmente allumino-silicatiche, disciolte in un ambiente fortemente basico. Il limite all'utilizzo di leganti geopolimerici in cantiere è dato dalle soluzioni fortemente alcaline necessarie nella

formulazione dell'impasto. Noi stiamo cercando di sviluppare un legante geopolimerico, realizzato "one pot", cioè partendo da materiali reagenti interamente in polvere, con un focus specifico sull'influenza esercitata dagli additivi sulla lavorabilità, sulle proprietà fisico-meccaniche e sulle prestazioni meccaniche finali della malta. Questa attività si inserisce nell'ambito di un progetto di ricerca PON, dal titolo "Ricerca e Sviluppo di nuovi materiali avanzati per costruzioni eco-sostenibili, con caratteristiche di elevata efficienza energetica e sicurezza antisismica, da ottenersi con sistemi avanzati di produzione ad alte prestazioni, efficiente ed ecocompatibili" che ha visto coinvolti il dipartimento SCVSA e il dipartimento DIA, in particolare il Prof. Daniele Ferretti e la Dr. Elena Michelini. Attualmente, anche questa ricerca viene continuata all'interno dell'iniziativa PNRR "Ecosystem for Sustainable Transition in Emilia-Romagna".

#### Le pubblicazioni

*3D printed chitosan scaffolds: a new TiO<sub>2</sub> support for the photocatalytic degradation of amoxicillin in water* - Bergamonti, L.; Bergonzi, C.; Graiff, C.; Lottici, P. P.; Bettini, R.; Elviri, L.. - In: WATER RESEARCH. - ISSN 0043-1354. - 163(2019), p. 114841. [10.1016/j.watres.2019.07.008]

*Photodegradation of Pharmaceutical Pollutants: New Photocatalytic Systems Based on 3D Printed Scaffold-Supported Ag/TiO<sub>2</sub> Nanocomposite* - Bergamonti, L.; Graiff, C.; Bergonzi, C.; Potenza, M.; Reverberi, C.; Ossiprandi, M. C.; Lottici, P. P.; Bettini, R.; Elviri, L.. - In: CATALYSTS. - ISSN 2073-4344. - 12:6(2022), p. 580.580. [10.3390/catal12060580]

*Ag-functionalized nanocrystalline cellulose for paper preservation and strengthening* / Bergamonti, L.; Potenza, M.; Haghghi Poshtiri - A.; Lorenzi, A.; Sanangelantoni, A. M.; Lazzarini, L.; Lottici, P. P.; Graiff, C.. - In: CARBOHYDRATE POLYMERS. - ISSN 0144-8617. - (2020). [10.1007/s42452-019-1814-4]



*Il team di ricerca  
da sinistra: Stefano De Luca, Elena Togliatti, Corrado Sciancalepore, Duccio Gallichi Nottiani, e Daniel Milanese..*

## NUOVI POLIMERI PER PACKAGING SOSTENIBILE

La progettazione, fabbricazione e caratterizzazione di materiali polimerici per applicazioni nel packaging in ottica di economia circolare è il focus dell'attività di ricerca del laboratorio MEG (Materials Engineering Group) sotto la guida del Prof. Daniel Milanese del Dipartimento di Ingegneria e Architettura.

*Prof. Milanese, come sta cambiando il packaging secondo modelli di produzione e consumo improntati alla sostenibilità?*

Nel mondo si producono ogni anno 360 milioni di tonnellate di materiali polimerici, e di questi circa il 40% sono utilizzati per il packaging alimentare, cosmetico, farmaceutico e dei prodotti di consumo. Il gruppo MEG intende fornire soluzioni in ottica di circolarità lungo tutta la catena di valore. Partiamo dalla "culla", cioè ricorriamo esclusivamente a materie prime da risorse rinnovabili. Quindi formuliamo e ottimizziamo i processi di trasformazione in prodotto. Quindi individuiamo, caso per caso, le modalità più opportune per il post consumo: dal riciclo meccanico a quello biologico, dal riciclo chimico alla biodegradazione/compostaggio, al fine di eliminare completamente, in prospettiva, il conferimento in discarica o al termovalorizzatore.

*Quali sono i materiali che studiate e per quali motivi?*

Nel settore del packaging lavoriamo principalmente con biopolimeri. Lo scopo è sostituire le plastiche tradizionali, garantendo non solo le stesse prestazioni del packaging attuale, ma apportando anche ulteriori funzionalità.

*State attualmente studiando lo sviluppo di materiali compostabili che hanno origine naturale a cui si aggiungono scarti dell'industria alimentare. Quali tecnologie e metodi di indagine utilizzate? Chi finanzia le vostre ricerche?*

Stiamo molto attenti all'origine delle materie prime, privilegiando, fra le fonti rinnovabili, quelle che non entrano in competizione con l'agricoltura e, quindi, con l'alimentazione umana e animale. Pertanto come gruppo MEG studiamo l'inserimento nei polimeri di rinforzi basati su sostanze naturali provenienti dalla valorizzazione di scarti dell'industria alimentare (es. dai pomodori, carciofi, agrumi, riso, uva) e dalle biomasse (es. biochar, chitina/chitosano). Lo scopo è quello di modificare le proprietà della matrice polimerica

(es. migliorare le proprietà meccaniche), ma anche di fornire nuove funzionalità (attività antibatterica, antiossidante, plastificante) e allo stesso tempo ridurre il costo del prodotto finale.

Le attività sono coordinate in laboratorio dal dott. Corrado Sciancalepore, e vedono impegnati Elena Togliatti e Stefano De Luca, studenti di dottorato in Ingegneria Industriale. Utilizziamo tecnologie tradizionali (estrusione, stampaggio ad iniezione) e innovative (stampa 3D, deposizione layer by layer), tutte sviluppate all'interno dei laboratori del Tecnopolo - Centro Interdipartimentale CIPACK e che eventualmente possono anche essere scalate a livello industriale. Infine, effettuiamo tutte le caratterizzazioni dei materiali realizzati, da quelle meccaniche (figura 1). Siamo stati in grado di attrarre finanziamenti per sviluppare nuovi film sottili per packaging ecologico e multifunzionale nell'ambito del bando di dottorato PON, nell'ambito del quale ha preso servizio



**figura 1.** Macchina per le prove di trazione di campioni di materiali compositi. a quelle morfologiche (microscopia ottica ed elettronica) e strutturali (Spettroscopia UV-VIS, FTIR, Raman).

come dottorando Stefano De Luca, e nuovi materiali polimerici plastomagnetici nell'ambito di un progetto finanziato dal Ministero della Transizione Ecologica che mira al riciclo e al riutilizzo di materiali RAEE.

Siamo, inoltre, coinvolti nelle attività del progetto PNRR "Ecosystem For Sustainable Transition In Emilia-Romagna" nello spoke 1 "Materials for sustainability and ecological transition", che vede quale ricercatore di riferimento per il gruppo MEG il dott. Duccio Gallichi Nottiani, e nell'ambito del quale sono referente per il Workpackage n.2, dedicato ai dispositivi agritech e al packaging ecologico. Abbiamo inoltre aderito ad un progetto in ambito PNRR con l'azienda Nordmeccanica, coordinato dal prof. Giuseppe Vignali, recentemente approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico.

#### **Quali i risultati e quali le collaborazioni più importanti?**

Abbiamo realizzato nuovi materiali per la stampa 3D, quali ad esempio una plastica biodegradabile a base di un poliestere (PBAT) contenente particelle di vetro a loro volta biodegradabili, e una plastica a base di un altro poliestere (PBS) arricchito con proteine di scarto della filiera alimentare.

Nei progetti finanziati lavoriamo in sinergia con altri gruppi di ricerca del CIPACK lungo tutta la catena di valore, dai chimici (proff. Cavazza,

Dalcanale, Graiff) agli ingegneri (proff. Montanari, Vignali, Volpi) ai microbiologi (proff. Neviani, Bernini, Bottari). In tale assetto abbiamo attratto finanziamenti da aziende del settore degli impianti (Nilma S.p.A.), del settore alimentare e del settore del packaging al fine di individuare soluzioni innovative. Collaboriamo a livello nazionale con Politecnico di Torino, Università di Bologna e Università di Pisa, mentre a livello internazionale con l'Università di Wageningen (Paesi Bassi) e con l'istituto Fraunhofer IVV (Germania).

#### **Che impatto hanno i risultati delle vostre ricerche sull'economia oltre che sull'ambiente?**

L'economia circolare rappresenta una sfida fondamentale per tutti noi perché permette di risparmiare risorse non rinnovabili del pianeta: non abbiamo un "pianeta B" a disposizione. Le attività di ricerca che svolgiamo seguono quindi

un approccio "olistico", nel senso che lavoriamo sull'intero ciclo di produzione, utilizzo e fine vita dei materiali con attenzione all'effetto sull'ecosistema. Ciò ci permette di progettare e realizzare sia materiali in grado di essere riciclati al 100%, sull'esempio del "bottle to bottle" del PET con riciclo chimico, sia materiali idonei per un riciclo di tipo biologico, cioè "dati in pasto" a microrganismi che li riproducano uguali a quelli iniziali. Tutto questo porta a sviluppare nuove competenze sul territorio, a stimolare la creazione di nuovi posti di lavoro e ad aumentare in modo notevole la competitività delle aziende che collaborano con noi.

#### **Vi occupate anche di nanocompositi a base di polimeri per imballaggi e uso comune. Secondo quali criteri progettate nuovi compositi e per quali applicazioni principalmente?**

I nanocompositi sono una classe materiale di materiali compositi,



**figura 2.** Estrusore bivate per la realizzazione di nuovi materiali a base polimerica.

che vedono come rinforzo particelle molto piccole, dell'ordine appunto dei nanometri. Un esempio sono i materiali prodotti mediante stampa 3D caricati con nanoparticelle inorganiche in grado di conferire proprietà antimicrobiche al materiale stesso.

***I compositi vengono poi trasformati in prototipi. In che modo e con quali attrezzature?***

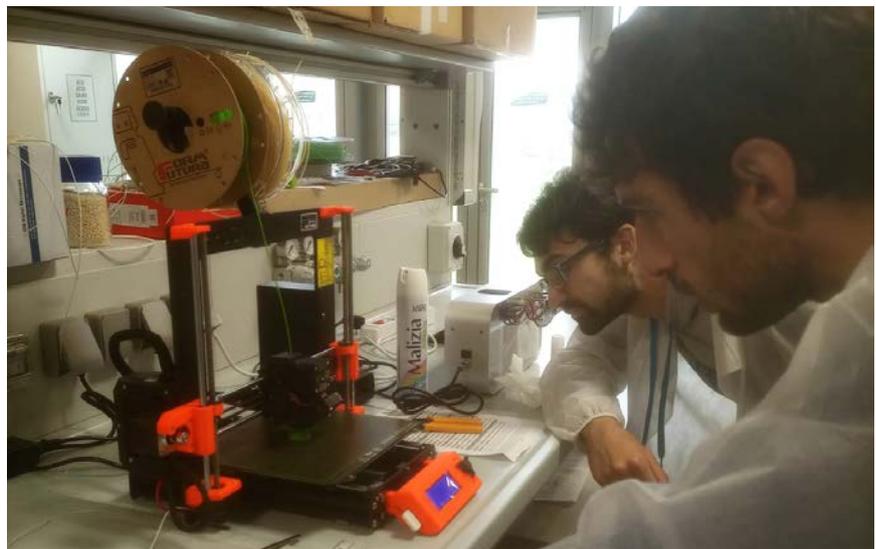
È molto importante non fermarsi al campione realizzato in laboratorio. Utilizziamo attrezzature di procesamiento dei materiali in grado di fornire soluzioni alle aziende del settore che siano sostenibili sia dal punto di vista ambientale che economico. Abbiamo recentemente acquistato una macchina di estrusione grazie ad un cofinanziamento dell'Università di Parma nell'ambito del Bando attrezzature 2020, in collaborazione con il prof. Volpi (figura 2). Quindi abbiamo in dotazione due estrusori monovite per realizzare filamenti e tre stampanti 3D del tipo FDM per realizzare prototipi (figura 3). Con una serie di finanziamenti stiamo dotando il laboratorio di un setacciatore per i rinforzi particellari, un pellettizzatore per la realizzazione di granuli, una stampante ad iniezione e, insieme ai colleghi del CIPACK, una pressa

a caldo per la realizzazione di film sottili. Infine, in collaborazione con gli impiantisti, abbiamo accesso ad una macchina di termoformatura e termosaldatura di tipo industriale per realizzare vaschette.

***Vi occupate anche dell'utilizzo dei rifiuti residui per fabbricare materiali da costruzione sostenibili, quali sono i progetti in corso?***

Svolgiamo attività in ottica di economia circolare nel settore costruzioni in collaborazione con il gruppo delle prof.sse Beatrice Belletti e Patrizia Bernardi del Dipartimento di Ingegneria e Architettura.

L'attività riguarda l'inserimento di rifiuti di diversa provenienza per la realizzazione di calcestruzzi a basso impatto ambientale. Il nostro ruolo consiste nella selezione e analisi dei materiali di scarto, che comprendono le scorie vetrificate da rifiuti solidi urbani, il biochar e le plastiche non riciclabili. In tale ambito è stato finanziato un assegno di ricerca nell'ambito del bando Alte Competenze della Regione Emilia Romagna nel 2020, abbiamo svolto attività di ricerca con l'azienda TRM del gruppo IREN S.p.A., e ci sono contatti in corso con altre aziende interessate.



**figura 3.** Stampa 3D di provini in materiali compositi.

### **Le pubblicazioni**

*Preparation and characterization of innovative poly(butylene adipate terephthalate)-based biocomposites for agri-food packaging application* - Sciancalepore, Corrado; Togliatti, Elena; Giubilini, Alberto; Pugliese, Diego; Moroni, Fabrizio; Messori, Massimo; Milanese, Daniel. - In: JOURNAL OF APPLIED POLYMER SCIENCE. - ISSN 0021-8995. - (2022).

*Flexible PBAT-Based Composite Filaments for Tunable FDM 3D Printing* - Sciancalepore, Corrado; Togliatti, Elena; Marozzi, Marina; Rizzi, Federica Maria Angela; Pugliese, Diego; Cavazza, Antonella; Pitirolo, Olimpia; Grimaldi, Maria; Milanese, Daniel. - In: ACS APPLIED BIO MATERIALS. - ISSN 2576-6422. - (2022).

*Design of Mechanical Properties of Poly(butylene-adipateterephthalate) Reinforced with Zein-TiO<sub>2</sub> Complex*, Togliatti, Elena; Grimaldi, Maria; Pitirolo, Olimpia; Cavazza, Antonella; Pugliese, Diego; Milanese, Daniel; Sciancalepore, Corrado. - In: MATERIAL DESIGN & PROCESSING COMMUNICATIONS. - ISSN 2577-6576. - (2022).

*Viscoelastic Characterization and Degradation Stability Investigation of Poly(butylene-adipate-co-terephthalate) - Calcium-Phosphate Glass Composites*, Togliatti, Elena; Milanese, Daniel; Pugliese, Diego; Sciancalepore, Corrado. - In: JOURNAL OF POLYMERS AND THE ENVIRONMENT. - ISSN 1566-2543. - (2022).

*Biochar from wood waste as additive for structural concrete*, Sirico, A.; Bernardi, P.; Sciancalepore, C.; Vecchi, F.; Malcevski, A.; Belletti, B.; Milanese, D.. - In: CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS. - ISSN 0950-0618. - 303:(2021), pp. 124500.1-124500.14. [10.1016/j.conbuildmat.2021.124500]

*Printing and characterization of three-dimensional high-loaded nanocomposites structures*, Sciancalepore, Corrado; Bondioli, Federica; Messori, Massimo; Milanese, Daniel. - In: MATERIAL DESIGN & PROCESSING COMMUNICATIONS. - ISSN 2577-6576. - (2021).

## GENETOCHEESE: COME LA GENOMICA AIUTA A MIGLIORARE IL LATTE



### *Il team di ricerca*

*da sinistra: Maria Mountricha, Piero Franceschi, Andrea Summer, Christos Dadousis, Paolo Formaggioni, Claudio Cipolat-Gotet, Vittoria Asti, Michela Ablondi, Giorgia Stocco, Alberto Sabbioni, Elena Mariani*

GenetoCheese “Dalla genomica ai minerali del latte: un migliore utilizzo delle proteine nel processo di caseificazione” è un progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali nel 2018 e rientra nell’azione di ricerca rivolta al “miglioramento delle proteine del latte per una migliore caseificazione” (figura 1). L’idea progettuale nasce dalla necessità di dare nuovi strumenti agli allevatori per una zootecnia più efficiente e sostenibile. Ma cosa c’entra la genomica degli animali con la caseificazione del latte? In realtà il concetto è abbastanza semplice in quanto la genomica tramite l’analisi del DNA degli animali identifica quelli più adatti alla produzione di latte per la caseificazione. Il progetto si è infatti posto l’obiettivo di studiare la genetica della qualità del latte e dell’attitudine alla caseificazione per una selezione più mirata degli animali vocati non più alla sola produzione di latte, ma direttamente alla produzione di formaggio. Il prof. Andrea Summer del Dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie ha coordinato il progetto e ci presenta i risultati dello studio.

### *Prof. Summer ci può descrivere le tematiche oggetto dello studio e i soggetti coinvolti?*

Lo svolgimento del progetto è stato possibile grazie alla sinergica collaborazione fra il Dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie della nostra Università, coordinatore del progetto, e il Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente dell’Università di Padova (UNIPD), entrambe realtà che da anni sono impegnate nello studio della qualità del latte e del miglioramento genetico della bovina da latte. Il gruppo operativo di



*figura 1. Logo del progetto GenetoCheese (MIPAAF D.M. 27443 del 25/09/2018).*

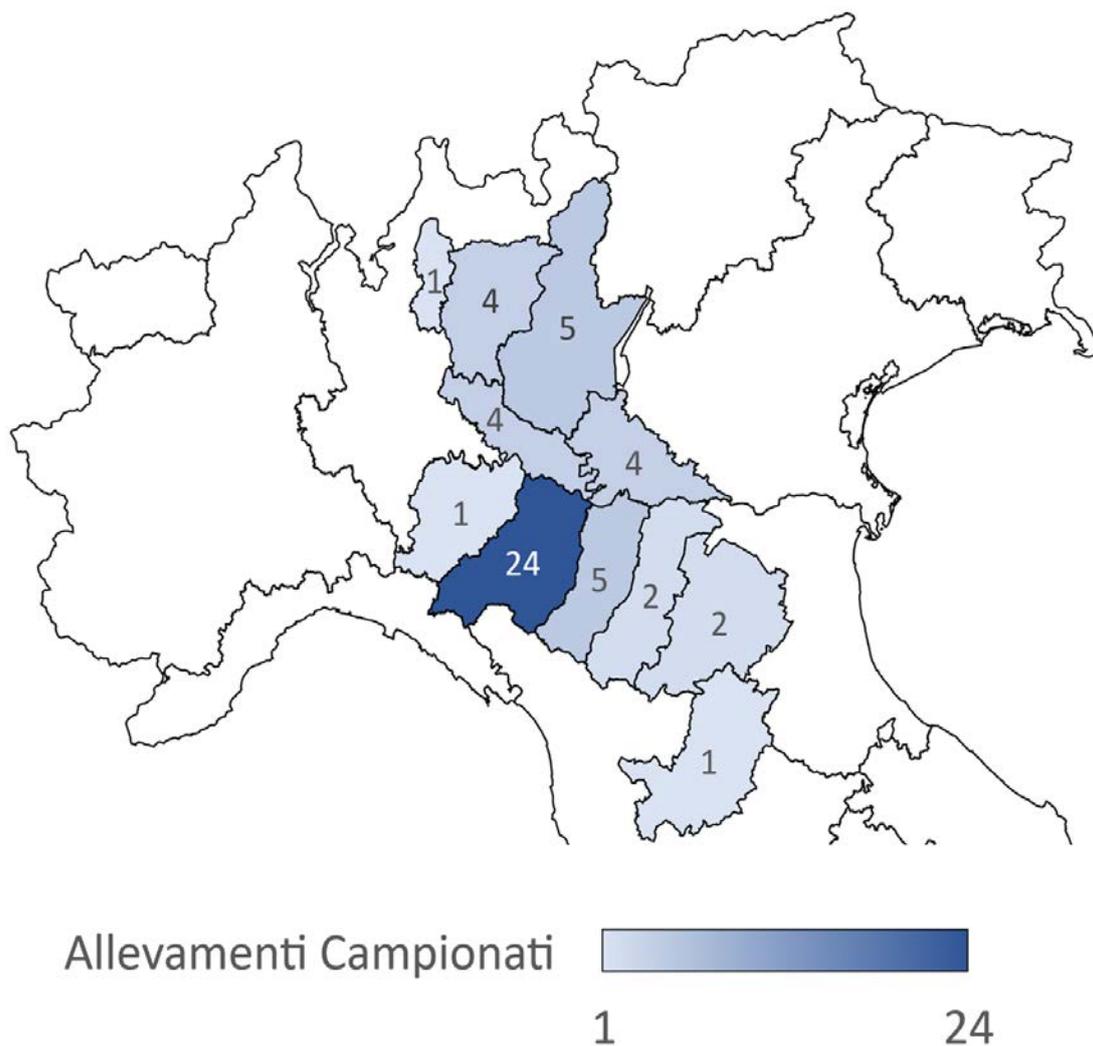


figura 2. Rappresentazione grafica della distribuzione degli allevamenti campionati per provincia all'interno del progetto GenetoCheese.

GenetoCheese ha usufruito inoltre della collaborazione dell'Associazione Nazionale Allevatori Razza Bruna Italiana (ANARB) che ha aiutato a gestire le comunicazioni fra gli allevatori e le università per l'intera durata del progetto.

#### Quali sono i dati salienti dello studio?

Più di 30 ricercatori sono stati coinvolti in questo progetto, il cui fulcro è stata una notevole raccolta dati tramite il campionamento del latte di 1080 bovine da latte allevate in 54 allevamenti distribuiti in 11 province di tre differenti regioni: Lombardia, Emilia-Romagna e Toscana (figura 2). Gli allevamenti coinvolti nello studio producono latte destinato alla trasformazione in formaggi DOP e tradizionali. Il campiona-

mento è durato 12 mesi, raccogliendo per ogni bovina, 2 litri di latte e un campione di bulbi piliferi da cui estrarre il DNA per l'analisi genomica. Ogni campione di latte è stato analizzato per più di 100 caratteri diversi legati alla qualità del latte stesso o del formaggio derivato; infatti, da ogni campione di latte è stato prodotto un formaggio che è stato stagionato e monitorato 60 giorni al fine di raccogliere informazioni non solo sull'efficienza di trasformazione casearia ma anche sulla funzionalità di stagionatura e la qualità del prodotto finito.

#### Ci spieghi meglio la funzione della genomica in questo campo di ricerca?

Con genomica si intende lo studio del DNA bovino composto da oltre

3 miliardi di lettere, che custodiscono tutte le informazioni. Per avere una idea della dimensione si pensi che la cifra corrisponde alle lettere contenute in circa 1000 volumi del libro del Signore degli anelli. Per poter navigare in questo mare di informazioni ci vengono in aiuto gli SNP (Single Nucleotide Polymorphism), per intenderci, una sorta di boe sormontate da bandierine. Queste bandierine ci permettono di identificare dei punti chiave del genoma che noi possiamo associare a ciò che si osserva, ovvero a dei caratteri misurabili (BOX 1).

#### E quindi quale sarebbe il legame della genomica con il formaggio?

Tramite l'associazione fra le caratteristiche del latte e del formaggio



figura 3. Alcune immagini del MilCA Lab.

e le informazioni genomiche è possibile scoprire nuove regioni del DNA responsabili di aspetti fondamentali per la caseificazione, quali il recupero di proteina nella cagliata e la produzione giornaliera di formaggio. L'approfondimento e l'utilizzo di queste informazioni permetterà di ottenere nuovi strumenti di selezione degli animali. Le bovine del futuro, a parità di risorse, potranno produrre più formaggio di qualità e questo sarà possibile anche grazie ai risultati del nostro studio.

*Sicuramente un tale progetto di ricerca ha risvolti sul piano della sostenibilità. Una questione quanto mai attuale.*

L'impatto del progetto riguarda molteplici aspetti che spaziano da un miglioramento dei processi produttivi del settore-lattiero caseario ad una massimizzazione dei guadagni per gli allevatori. Con i risultati di GENETOCHEESE si va nella direzione di una bovina con attitudine produttiva non tanto verso il latte ma direttamente verso il formaggio. Questo vuol dire avere animali che ottimizzano la loro produzione verso l'alimento finale che vogliamo produrre. In una logica di calcolo dell'impatto ambientale, in cui si considera sempre più anche il valore nutrizionale dell'alimento, la selezione orientata alla produzione

diretta di formaggio e all'incremento della sua qualità può essere uno strumento molto utile ed efficiente. Vale la pena sottolineare che avremo sia una migliore sostenibilità ambientale sia un migliore sostenibilità economica delle produzioni. Tutte le informazioni raccolte con questo progetto saranno messe a disposizione degli allevatori per avere, attraverso una riduzione dei costi e l'aumento dell'efficienza produttiva, una zootecnia più sostenibile e una riduzione dell'impatto delle attività antropiche sull'ambiente.

## BOX 1



### Cosa intendiamo per genomica?

3 miliardi di paia di basi nel genoma di un bovino



~ 1000 copie del libro "Il signore degli anelli"

#### IN PRATICA

Pannelli genomici per la genotipizzazione  
Lettura delle parole chiave (SNP)



Queste parole chiave (SNP) se associate ad un carattere misurabile possono aiutarci ad identificare i geni responsabili!

Genotipo 

   Fenotipo

## NUOVE FRONTIERE NELLO SVILUPPO DI BIOMATERIALI PER IL CAVO ORALE



*Il team di ricerca*

*da sinistra: Simone Lumetti, Benedetta Ghezzi, Guido Macaluso, Annalisa Capobianco, Chiara Camorali, Valentina Bonanini, Francesca Milanta e Veronica Magnani.*

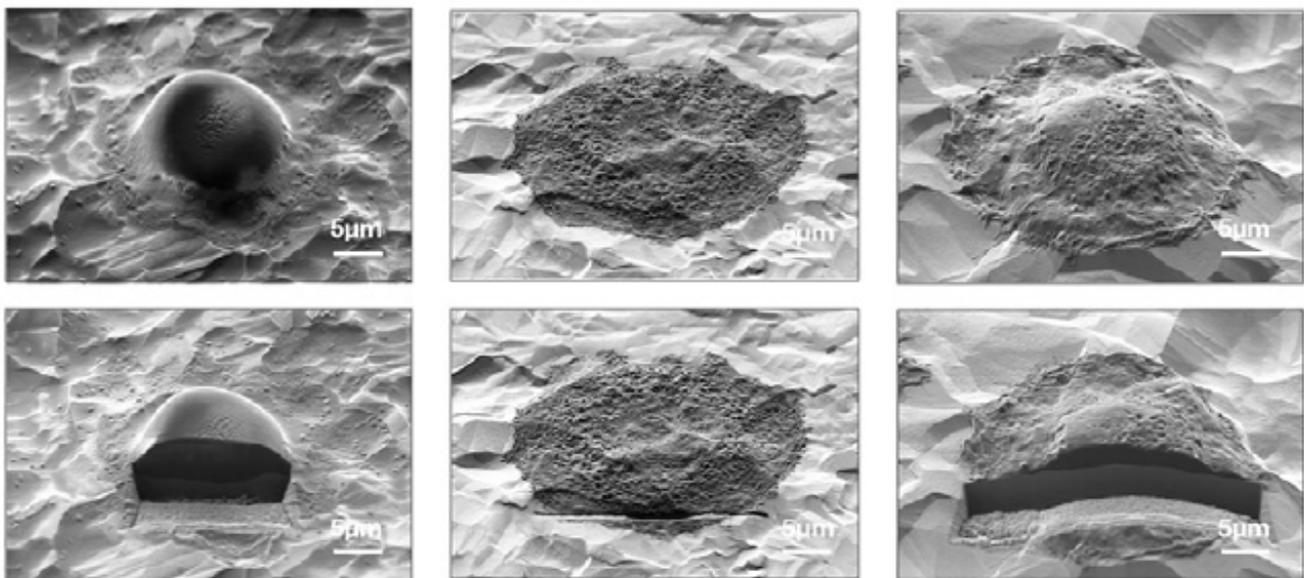
L'odontoiatria è una branca medica che utilizza molti biomateriali. I primi a cui si pensa sono quelli usati per ricostruire i denti, tramite protesi e otturazioni, ma ve ne sono altri utilizzati per la ricostruzione dei tessuti della bocca: osso, tessuti di supporto dei denti (parodontali), mucose orali e gengive, impianti dentali, etc. In questo contesto, giocano un ruolo fondamentale la scienza dei materiali e le biotecnologie. In odontoiatria, inoltre, la pratica clinica sta rapidamente mutando in seguito allo sviluppo digitale, non solo per la gestione del flusso documentale, ma soprattutto per l'utilizzo delle metodiche di virtualizzazione dei dati anatomici e radiologici del paziente unite a sistemi CAD/CAM (Computer Assisted Design/Computer Assisted Manufacturing) per produrre i dispositivi medici necessari alle terapie (corone, ponti, apparecchi ortodontici, impianti, sostituti d'osso, etc). Si tratta di interi workflow digitali che rappresentano una vera e propria rivoluzione e che portano vantaggi in termini di sicurezza, tempi, precisione del lavoro e comfort del paziente. Il TB-Lab (Laboratorio di Biomateriali ed Ingegneria Tissutale) diretto da Guido Macaluso è una struttura del Centro universitario di Odontoiatria che si occupa di sviluppo e test di biomateriali odontoiatrici; il suo essere all'interno di una struttura clinica gli conferisce l'importante vantaggio di facilitare i passaggi di conoscenze tra attività medica e attività di ricerca preclinica di base, rendendo ancora più attrattivo il suo fine ultimo: unire i diversi aspetti della rivoluzione digitale in corso con il progresso nella ricerca biomedica di base e nei nuovi biomateriali.

*Prof. Macaluso ci spieghi il percorso di studio e professionale che l'ha portata a occuparsi di biomateriali in odontoiatria*

Ho un percorso per diversi aspetti atipico: mi sono laureato in Medicina e Chirurgia a Parma, nel 1988, e già da studente mi interessavo di

ricerca nell'ambito della neurofisiologia della faccia e della bocca, di dolore, di sonno e di chirurgia ricostruttiva dei tessuti orali. Questi interessi ho continuato a svilupparli anche durante la successiva specializzazione in odontoiatria, limitando poi già all'inizio della carriera l'attivi-

tà clinica a questi campi. Ho quindi lavorato presso la Katholieke Universiteit Leuven (Belgio), rientrando a Parma nel 1995. Questo periodo, durato approssimativamente fino al nuovo millennio, ha portato ad ottimi risultati in termini di ricerca scientifica. A quel punto però, ho



**figura 1.** Differenze nell'adesione cellulare di osteoblasti su titanio con tre differenti coating proteici. Nelle immagini della seconda riga si vedono i tagli fatti con tecniche di microscopia innovative per analizzare come sia il contatto all'interfaccia tra materiale e cellule.

realizzato che il futuro dell'odontoiatria si stava giocando nell'ambito dei biomateriali e della digitalizzazione, per cui ho spostato progressivamente la mia attività su questi argomenti, con l'obiettivo di creare un gruppo di lavoro e strutture che fossero al di sopra della dimensione critica per la ricerca moderna, e che sfruttassero al massimo le potenzialità traslazionali insite in strutture odontoiatriche universitarie di piccole dimensioni, come ad esempio quelle svizzere, che abbiamo preso come modello, con l'obiettivo di sviluppare biomateriali fino al loro utilizzo clinico.

**Quali sono i vostri campi di interesse principale e come interviene la digitalizzazione?**

Il nostro obiettivo è la rigenerazione/ricostruzione dei tessuti del cavo orale. Studiamo i meccanismi all'interfaccia biomateriale/corpo umano dal punto di vista molecolare, analizzando quali possano essere gli stimoli necessari per favorire questo processo, sia nei termini di una più rapida guarigione che verso

una stabilità a lungo termine dei biomateriali innestati nel paziente. La digitalizzazione consente di ottenere, partendo dai biomateriali, dispositivi medici studiati e personalizzati per ogni singolo paziente, ottimizzando dimensione, forma e caratteristiche meccaniche, oltre che riducendo significativamente i tempi operatori "alla poltrona".

**Ci può descrivere le principali tematiche di ricerca del TB-Lab?**

Il TB-Lab si occupa di sviluppare biomateriali ad uso odontoiatrico, tenendo in considerazione quelli che sono gli aspetti critici dei materiali odontoiatrici oggi in uso e cercando di superarli mediante la creazione di materiali innovativi e "smart biomaterials". Di fatto sviluppa principalmente ricerca di base su nuovi biomateriali e su aspetti legati allo studio dell'interfaccia tra materiale e tessuti. Ad esempio, semplificando, quando andiamo ad inserire un impianto dentale nell'osso, la superficie dell'impianto entra in contatto con il sangue e gli altri fluidi pre-

senti, influenzando così la risposta cellulare (adesione e produzione di nuovo tessuto) e quindi la sua integrazione nell'osso e la successiva guarigione. Per cui, le caratteristiche del materiale dell'impianto e della sua superficie, che è la porzione all'interfaccia biomateriale-tessuto, risultano di fondamentale importanza e la loro modifica può generare risposte completamente differenti. Questi meccanismi e la possibilità di indirizzare la risposta dei tessuti in senso favorevole sono il punto che accomuna la maggior parte degli studi su biomateriali che effettuiamo, sia su quelli già esistenti, sia su altri modificati o creati da noi.

**Quindi una parte consistente del vostro lavoro include lo sviluppo di biomateriali innovativi, ma una parte altrettanto consistente riguarda lo studio delle reazioni biologiche a questi materiali.**

Certamente, il TB-Lab svolge anche tutti i test preclinici per l'utilizzo di un biomateriale, sia in vitro che in vivo. Tornando all'esempio dell'im-

**L'importanza delle collaborazioni universitarie**

Molti degli studi che svolgiamo sono traslazionali, spaziano dalla ricerca di base (in vitro) alle analisi pre-cliniche (in vivo). Per questo motivo, vengono portati avanti in collaborazione con altri docenti e ricercatori; il nostro lavoro è quindi anche frutto di una rete di collaborazioni e connessioni, che abbiamo instaurato negli anni all'Università di Parma, sia all'interno del Dipartimento di Medicina e Chirurgia (collaboriamo con i laboratori di patologia generale, malattie osteometaboliche, endocrinologia e tossicologia industriale), sia in altri dipartimenti (quali Scienze Medico-Veterinarie e Scienze degli Alimenti e del Farmaco), sia con altri atenei ed istituti quali l'IMEM-CNR, l'Università di Trieste e quella di Torino, l'Università di Vienna, il Queen Mary University Hospital di Londra, l'Università di Riberao Preto e l'Università di Bordeaux.



## Titanium dental implants hydrophilicity promotes preferential serum fibronectin over albumin competitive adsorption modulating early cell response

Ludovica Parisi<sup>a,b,c,\*,1</sup>, Benedetta Ghezzi<sup>a,b,1</sup>, Massimiliano G. Bianchi<sup>b</sup>, Andrea Toffoli<sup>a,b</sup>, Francesca Rossi<sup>d</sup>, Ovidio Bussolati<sup>b</sup>, Guido M. Macaluso<sup>a,b,d</sup>

**figura 2.** L'articolo *Titanium dental implants hydrophilicity promotes preferential serum fibronectin over albumin competitive adsorption modulating early cell response* pubblicato su *Materials Science and Engineering: C*, 2020.

pianto dentale, si può vedere la risposta cellulare nei confronti di diversi trattamenti superficiali di titanio, che è il materiale principe degli impianti dentali (figura. 1). Al momento alcune fasi della sperimentazione devono ancora essere effettuate in vivo su modello animale (principalmente su ratto), poiché per il momento non esistono ancora metodi alternativi. L'Ateneo ha finanziato uno strumento innovativo (micro-tomografia computerizzata in vivo), installato presso il Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, che consente di verificare i risultati sullo stesso animale in tempi successivi con procedure non invasive, e che quindi minimizza il numero di esemplari utilizzati. Precedentemente ogni tempo sperimentale significava il sacrificio dell'animale da esperimento.

### Cosa avete potuto osservare con questi test?

Abbiamo verificato che ci sono una serie di fattori chiave, quali ad esempio l'idrofilia del materiale, la sua rugosità superficiale, ma soprattutto la sua capacità di legare alcune specifiche proteine del sangue, la cui presenza gioca poi dei ruoli strategici nella risposta biologica. Ad esempio, un materiale idrofilo tenderà a bagnarsi molto più facilmente quando posto a contatto con un liquido; ammettendo che questo liquido sia il sangue, le caratteristiche di superficie del materiale

stesso guidano l'adesione di alcune proteine presenti, che a loro volta favoriscono l'adesione cellulare e la successiva guarigione della ferita e sono quindi fondamentali per l'esito dell'innesto del biomateriale. Tra le proteine cruciali nel guidare questi processi c'è la fibronectina (figura. 2).

### Cosa possiamo realizzare con tecniche digitali CAD/CAM e quali sono i relativi vantaggi?

L'utilizzo di tecnologie digitali ha rivoluzionato il mondo odontoiatrico, sia dal punto di vista diagnostico, sia nell'approccio operativo. L'utilizzo di sistemi CAD/CAM ci consente, ad esempio, di sviluppare rapidamente, e a costi contenuti, numerosi dispositivi medici sia chirurgici

che protesici. La maggior parte di essi può essere prodotta senza la necessità di avvalersi di strutture esterne al Centro di Odontoiatria. Infatti, la possibilità di disegnare un manufatto individualizzato direttamente a computer, e poi costruirlo tramite stampa o fresatura 3D ci consente modalità lavorative diverse e più efficienti di quelle tradizionali, aumenta la precisione durante un intervento chirurgico diminuendone i tempi, e, non ultimo, abbatte i costi e i tempi; inoltre consente di minimizzare il numero di sedute necessarie per il paziente, aumentando quindi compliance e comfort. Tutto ciò ha anche importanti risvolti sulla didattica in campo odontoiatrico: l'utilizzo di queste stesse tecnologie, proprie della



**figura 3.** Modello di mandibola stampato in 3D per esercitazioni didattiche.



figura 4. Aula manichini del Centro universitario di Odontoiatria.

ricerca e delle attività cliniche, permette di creare modelli derivati da dati anatomici reali da utilizzare per la standardizzazione dei training pratico preclinico degli studenti di odontoiatria, consentendo quindi di sviluppare e usare tools didattici fino a poco tempo fa impensabili o economicamente non sostenibili (figura. 3).

*Queste nuove tecnologie richiedono nuove modalità di collaborazione fra personale con competenze diverse. Come funziona all'interno del Centro da lei diretto?*

La sinergica collaborazione nei vari progetti di ricerca di figure diverse ma complementari come odontoiatri, igienisti dentali, biologi e biotecnologi è uno dei punti di forza del Centro di Odontoiatria. La possibilità per queste figure professionali di lavorare a stretto contatto ci consente una verticalizzazione del lavoro, dallo sviluppo all'eventuale test clinico con tempi relativamente ridotti e, soprattutto, attenzione all'applicazione clinica finale del materiale, che consente di focalizzare il lavoro di tutti sul risultato atteso. In

particolare, al Centro afferiscono 11 docenti, 10 tecnici e amministrativi, 3 professori a contratto, 3 dottorandi, 18 unità di personale esterno ed 1 assegnista di ricerca. Il TB-Lab è gestito, oltre che dal sottoscritto, da uno dei nostri docenti, la prof.ssa Benedetta Ghezzi, e include in questo momento 1 dottorando, 1 assegnista di ricerca e diversi tesisti provenienti da corsi di laurea differenti (biotecnologie mediche, biotecnologie industriali, odontoiatria, ecc).

#### **Il Centro universitario di Odontoiatria (figura 4)**

Il Centro universitario di Odontoiatria, inaugurato nel 2013, è inserito nell'area ospedaliera di proprietà dell'Ateneo ed occupa una superficie complessiva di circa 3.200 mq.

Le competenze del Centro spaziano da attività a carattere didattico (principalmente gli studenti iscritti al corso di laurea magistrale a ciclo unico in Odontoiatria e Protesi Dentaria e per gli altri corsi in ambito odontoiatrico), a studi di ricerca di base, pre-clinica e clinica. La possibilità di interagire con figure differenti consente di ottenere la massima promozione della ricerca interdisciplinare nel campo delle patologie e della fisiologia del cavo orale, nonché dei materiali e delle tecnologie correlate. L'attività clinica del Centro, che si colloca al di fuori del Servizio Sanitario Nazionale, riesce a coprire la maggior parte delle specialità odontoiatriche, quali protesi, implantologia, parodontologia, gnatologia, medicina e chirurgia orale, ortodonzia; è aperta a tutti.

## LA GESTIONE DEI MUSEI ITALIANI PER GENERARE E VALORIZZARE IL NOSTRO PATRIMONIO CULTURALE



*Il team di ricerca*  
da sinistra: Valentina Masci, Antonello Zangrandi, Marco Ferretti, Giocchino Benfante, Lorenzo Pratici, Alessandro Casali, Simone Fanelli, Gianluca Lanza.

l'Italia vanta quasi 5.000 tra musei, aree archeologiche, monumenti ed ecomusei aperti al pubblico. Il patrimonio, diffuso su tutto il territorio, vale ben 27 miliardi di euro (solo i musei statali). I musei dunque producono risorse che fanno crescere la nostra economia sebbene, come ricorda il ministero dei beni culturali, i musei non siano luoghi deputati a impinguare le casse dello Stato, ma principalmente a fare attività scientifica e di tutela del patrimonio culturale. Il prof. Antonello Zangrandi, con il suo team di Public & Health Care Management sviluppa progetti innovativi a supporto della crescita manageriale delle organizzazioni sanitarie e degli enti pubblici. Questi studi hanno portato anche alla realizzazione di alcuni testi "Finanziare i musei" e "I musei ecclesiastici" editi da Franco Angeli.

*Prof. Zangrandi per quanto riguarda i musei italiani siamo primi al mondo per patrimonio culturale ma in che misura riusciamo a valorizzare questa risorsa?*

Stiamo facendo dei passi in avanti significativi. La valorizzazione del nostro patrimonio culturale è un ambito evidente di capacità di crescita culturale e di capacità di valorizzazione dei nostri territori.

*Il museo può essere trattato come un'impresa, e quindi con risorse finanziarie da gestire e pianificare?*

C'è sicuramente un aspetto manageriale e imprenditoriale dietro ad ogni museo, anche se questo entra in collisione con quanto sostiene l'International Council of Museums

(ICOM) il quale stabilisce che i musei sono: "Istituzioni permanenti, aperti al pubblico, senza scopo di lucro, al servizio della società e del suo sviluppo, che compiono ricerche riguardo le testimonianze materiali e immateriali dell'umanità e del suo ambiente e, soprattutto, le espongono a fini di studio, educazione e diletto".

*Quali sono le "maggiori" fonti di finanziamento per un museo e qual è il ruolo dello Stato in tutto questo?*

Il finanziamento pubblico è ancora significativo. Occorre trovare da un lato altre fonti (dai visitatori al fund raising) e dall'altro individuare sistemi premianti che sappiano determinare comportamenti vir-

tuosi. Quello che è indispensabile è superare il finanziamento a pioggia indistinto, per sviluppare sistemi di finanziamento mirato che generino progetti innovativi e coerenti col territorio dove si opera.

*Solo le politiche di finanziamento possono "aiutare" i nostri musei o vi sono altri elementi che possono generare qualità ed efficienza?*

Ovviamente molte altre politiche devono essere messe in atto. Innanzi tutto, occorre fare rete. Il museo fa parte di una rete di servizi, di una offerta composita e ricca di significati. "Fare" rete significa promuovere sia una valorizzazione del patrimonio sia una offerta di servizi coerente e integrata per "soddisfa-

**Marco Ferretti  
Chiara Nova  
Antonello Zangrandi**

# **FINANZIARE I MUSEI**

**Promuovere qualità  
e orientamento al futuro**



**FrancoAngeli**

*figura 1. Finanziare i musei. Promuovere qualità e orientamento al futuro è un libro di Marco Ferretti, Chiara Nova, Antonello Zangrandi pubblicato da Franco Angeli nella collana Università-Economia.*

re” gli specifici pubblici. Per fare rete sono necessarie due condizioni che le politiche pubbliche dovrebbero perseguire: comprendere il fabbisogno e l’offerta che si vuole offrire ad ogni tipo di “pubblico” e dall’altro “voler collaborare” con gli altri soggetti della rete. Ecco, una politica che sapesse introdurre e sostenere questi due comportamenti nei musei potrebbe produrre risultati molto positivi.

*Venendo ai suoi studi, cosa occorre per promuovere efficienza e qualità dei musei italiani?*

Sicuramente molti strumenti possono essere utili. Qui all’Università di Parma studiamo il management (figura 1). Per perseguire efficienza e qualità occorre che ci siano manager di valore alla guida dei musei (questo in parte è già avvenuto nella esperienza italiana) e che sia dato uno spazio di azione ai musei che, non soffocati dalla burocrazia, possano generare comportamenti di valore.

*Voi siete inseriti in un network di università italiane, che azioni state portando avanti in questo momento?*

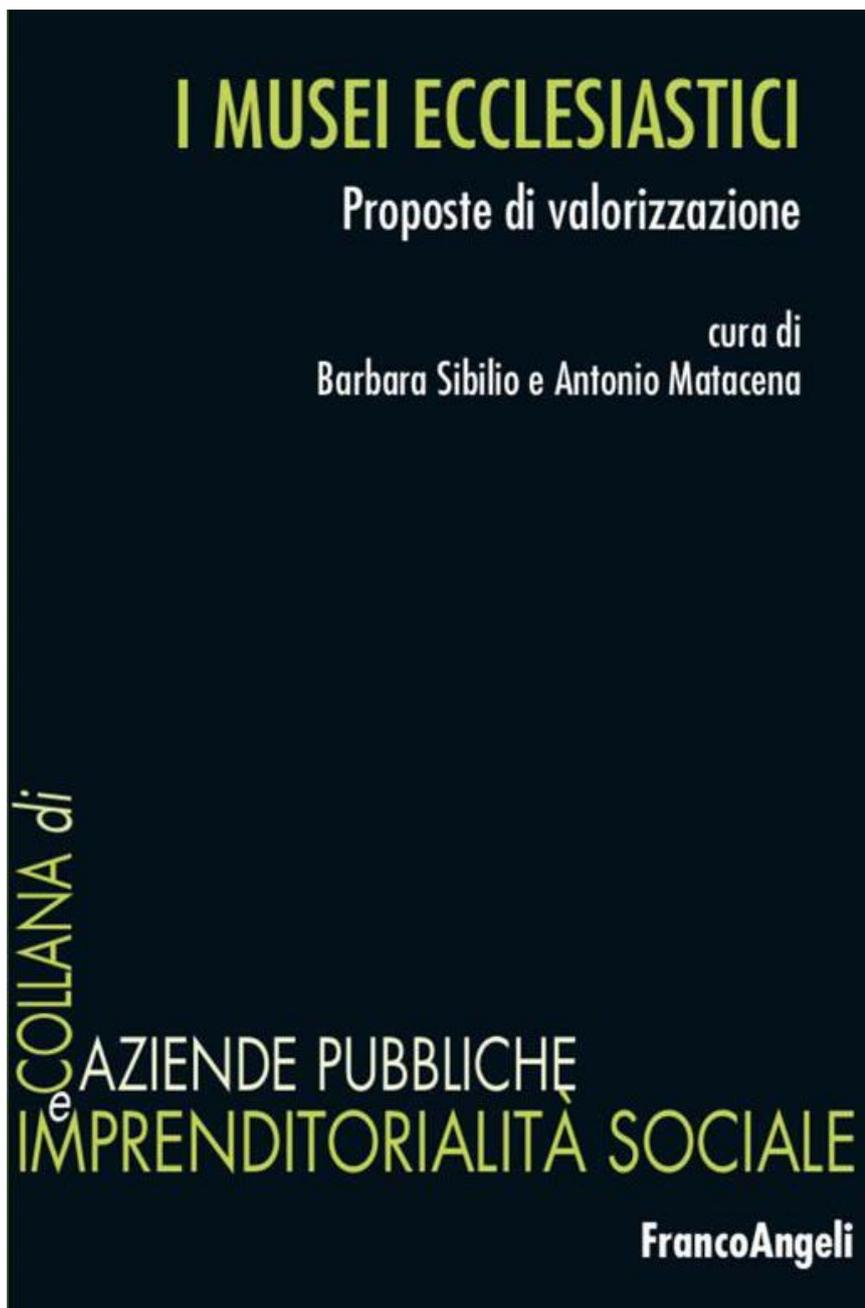
Si tratta di un gruppo di università delle quali fanno parte, oltre al nostro Ateneo, le Università Bocconi, Bologna, Firenze, Venezia e Pescara. Ci si incontra sistematicamente per dibattere diverse tematiche, e al momento attuale è in corso una ricerca sui borghi rurali. A tal proposito il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PRNN) ha dedicato risorse per rilanciare queste gemme preziose del nostro territorio nazionale, talvolta poco conosciute.

*Il vostro gruppo di ricerca si è anche interessato dei musei ecclesiastici, quali sono le peculiarità di queste istituzioni?*

Sono oltre 800 i musei ecclesiastici sparsi da Nord a Sud. Queste istituzioni rappresentano una ricchezza enorme per la tutela della memoria delle comunità locali e per la valorizzazione e lo sviluppo economico del territorio. Nel 2016 un milione di visitatori hanno visitato i musei diocesani in Italia. Dati non certi dal momento che soltanto 120 strutture hanno un sistema di conteggio dei visitatori.

Purtroppo i musei della Chiesa non godono di buona salute a causa di una gestione inadeguata che non consente di perseguire quelle condizioni di economicità, efficienza ed efficacia necessarie ad evitare il rischio che tali realtà museali rimangano confinate nel ruolo di protagonisti minori nel contesto museale e culturale del nostro Paese.

Quello che emerge, in generale, dalla nostra ricerca sui musei ecclesiastici, dal punto di vista propositivo, riguarda principalmente due aspetti. Da un lato la necessità di raccogliere e analizzare i dati, almeno, di output per prendere decisioni coerenti con la mission. Sembra scontato, ma misurare non serve solo a rendere conto di quanto fatto nei confronti della diocesi, ma è utile soprattutto a programmare le proprie attività interne e prendere decisioni strategiche. Dall’altro lato c’è, invece, la questione dell’autonomia. Le istituzioni meno autonome, meno possono incidere sulla propria programmazione, meno sono responsabilizzate in ordine ai risultati. In questo senso,



anche per i cosiddetti musei-ufficio, si potrebbe pensare ad una qualche forma di indipendenza gestionale. Infine, possiamo dire che l'integrazione con le reti museali locali, sa-

rebbe sempre auspicabile, per creare quel network utile alla cultura in senso generale. Il libro "I musei ecclesiastici. Proposte di valorizzazione" (figura 2), cui ha contribuito

#### Il team di ricerca

Il nostro team di Public & Health Care Management sviluppa progetti innovativi a supporto della crescita manageriale delle organizzazioni sanitarie e degli enti pubblici.

Il team è impegnato in ricerche nel campo del management e delle condizioni di economicità delle aziende pubbliche (sanitarie ed enti locali), aziende sanitarie private e aziende non profit.

Si sviluppano programmi di formazione manageriale rivolti a chi immagina il suo futuro professionale ricco di competenze e di capacità di gestione.



Logo di RI.FOR.MA., team di Public and Health Care Management dell'Università di Parma.

figura 2. Il libro *I musei ecclesiastici. Proposte di valorizzazione*, nella collana *Aziende pubbliche e imprenditoria sociale*, pubblicata da Franco Angeli. Contiene contributi di A. Zangrandi e altri docenti di UNIPR.

anche il nostro gruppo di UNIPR, riporta una serie di proposte per la migliore gestione e valorizzazione dei musei della Chiesa.

#### Le misure di impatto

Quando si parla di aziende pubbliche e non profit la **misurazione della performance** non può fermarsi all'output, ma servono misure in grado di rendere evidente la creazione di valore per i diversi stakeholder nel tempo. Le valutazioni di impatto cercano proprio di far emergere quali sono gli effetti delle azioni poste in essere a livello sociale. Gli strumenti da utilizzare possono essere molti, complessi e di diversa natura. Uno dei metodi utilizzati da noi aziendalisti è, ad esempio, il Social Return On Investment (SROI), che uno dei ricercatori del nostro gruppo, la prof.ssa Isabella Mozzoni (Dipartimento di Discipline Umanistiche, Sociali e delle Imprese Culturali), ha applicato al Festival Verdi. Resta questo un ambito in cui c'è ancora molto da fare e in cui la ricerca ha ampio spazio per costruire strumenti efficaci da poter utilizzare anche in ambito culturale.

# Brevi dalla nostra ricerca

## Tre Dipartimenti di UNIPR fra i 180 "Dipartimenti di eccellenza"

I Dipartimenti di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Giurisprudenza, Studi Politici e Internazionali, Scienze degli Alimenti e del Farmaco figurano nella lista dei 180 Dipartimenti di eccellenza selezionati dal MUR per il quinquennio 2023-2028. Essi riceveranno un finanziamento straordinario complessivo di quasi 25 milioni di euro per sviluppare ricerche di grande spessore scientifico e sociale: diritto al cibo (GIUSPI), sostenibilità e rigenerazione (SCVSA), progettazione e sintesi di nuovi prodotti per salute e benessere di uomo, animali e ambiente (ALIFAR).

*Approfondisci*

## Tre docenti dell'Università di Parma fra i ricercatori "Highly Cited"

Daniele Del Rio, Giuseppe Mingione e Marco Ventura tra i ricercatori più citati al mondo. Confermati anche quest'anno nella classifica "classifica "Highly Cited Researchers 2022" stilata dal Web of Science Group - Clarivate Analytics. Quest'anno gli Highly Cited Researchers classificati sono 6.938 in tutto il mondo, 104 in Italia.

*Approfondisci*

## "Best Oral Presentation Award" a Francesco Paolo lo Muzio

Francesco Paolo Lo Muzio, borsista ricercatore al TecMed Lab - Laboratorio di Tecnologie Mediche Sperimentali e Applicate diretto da Michele Miragoli del Dip. di Medicina e Chirurgia - è stato premiato con il "Best Oral Presentation Award" al sesto Forum della Società Italiana di Ricerche Cardiovascolari per la sua ricerca "Cardiac Electromechanical Delay Evaluation in Monocrotaline Treated Rat".

*Approfondisci*

## A Paolo Pio Mazzeo il Premio "Mario Nardelli"

L'Associazione Italiana di Cristallografia-AIC ha conferito il Premio "Mario Nardelli" a Paolo Pio Mazzeo, del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale. Il premio è assegnato ai cristallografi "under 40" che con le loro ricerche abbiano ottenuto risultati significativi utilizzando metodi cristallografici. Mazzeo vede riconosciuta la propria attività di ricerca nel campo della Crystal Engineering e delle tecniche di diffrazione di raggi X per la sintesi e caratterizzazione di materiali molecolari quali MOF e cocristalli.

*Approfondisci*

## PNRR: due milioni di euro all'Ateneo per produrre idrogeno in batteri fotosintetici

Al progetto coordinato da Matteo Tegoni, docente del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale - SCVSA, oltre due milioni di euro dal Ministero della Transizione Ecologica. Il progetto ha come obiettivo la messa a punto di un sistema prototipo per la produzione di idrogeno in colture di batteri fotosintetici.

*Approfondisci*

## Medicina personalizzata in ambito oncologico: selezionato dal Ministero progetto d'avanguardia guidato da UNIPR

Il programma di ricerca e assistenza clinica Chemogenomica funzionale per il futuro delle terapie personalizzate nelle neoplasie maligne, coordinato dall'Università di Parma, è stato selezionato dal Ministero della Salute nell'ambito della tra-

ietoria "Medicina rigenerativa, predittiva e personalizzata" del Piano Operativo Salute (POS). Responsabile scientifico del progetto, del valore complessivo di 3.693.000 euro, è Giovanni Roti del Dip. Medicina e Chirurgia. Partner sono l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma, l'Università di Perugia, l'AO Ospedali Riuniti Villa Sofia-Cervello di Palermo e il consorzio Cineca.

*Approfondisci*

## Dottorande UniPR premiate al Congresso della Società Europea di Oncologia Medica

Benedetta Pellegrino e Giulia Mazzaschi, dottorande dell'Università di Parma, premiate al Congresso della Società Europea di Oncologia Medica (ESMO). Il congresso raccoglieva contributi scientifici relativi al trattamento e alla gestione delle principali neoplasie solide e l'Oncologia Medica di Parma ha contribuito attivamente esponendo i propri risultati e ricevendo importanti riconoscimenti.

*Approfondisci*

## Premio "H.C. Brown Award for Creative Research in Synthetic Methods" a Marta Catellani

La Società Chimica Americana ACS ha conferito il Premio "H.C. Brown Award for Creative Research in Synthetic Methods" a Marta Catellani, docente del Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale dell'Università di Parma attualmente in quiescenza e componente dell'Accademia dei Lincei. La prof.ssa Catellani è stata premiata per la pionieristica scoperta di una metodologia di sintesi che porta oggi il suo nome in tutto il mondo.

*Approfondisci*

## A Stefano Carretta un Synergy Grant ERC

Il Progetto CASTLE, coordinato dal Prof. Stefano Carretta del Dipartimento SMFI è stato premiato con un Synergy Grant dello European Research Council (ERC), con finanziamento totale di quasi 9 milioni di euro. Il progetto vedrà impegnate, oltre all'Università di Parma, l'Università di Firenze, la Northwestern University USA, e la Freie Universität di Berlino. Il progetto CASTLE affronterà tematiche di grande attualità: le tecnologie per computer quantistici.

*Approfondisci*

## Un milione e 750mila euro per tre progetti di ricerca targati Azienda Ospedaliero-Universitaria e UNIPR

Nell'ambito del PNRR è stato finanziato dal Ministero della Salute con 870 mila euro il progetto di ricerca su salute delle ossa della mamma e del feto coordinato da Serafina Perrone, direttrice dell'Unità Operativa di Neonatologia al Maggiore e docente di Pediatria, con la collaborazione di Tullio Ghi, direttore dell'Unità Operativa di Ostetricia dell'Azienda ospedaliero-Universitaria e docente di Ginecologia e ostetricia. Nell'ambito del programma Ricerca finalizzata regionale risultano vincitori con una cifra complessiva di 880 mila euro il progetto su trattamento con immunoterapia del tumore al polmone di Marcello Tiseo, responsabile del Day Hospital oncologico del Maggiore e docente di Oncologia, e lo studio dedicato alla diagnosi accurata dei tumori del sangue guidato da Elena Masselli, dell'Unità Operativa di Ematologia e CTMO dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria e docente di Anatomia umana.

*Approfondisci*



# UNIPR Ricerca



UNIVERSITÀ  
DI PARMA

[www.unipr.it](http://www.unipr.it)