



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



# COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVVERO

PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

5



14<sup>a</sup> edizione

16 FEBBRAIO 2017 - ORE 20.30

**MATERIALI BIO-LOGICI**

*Paolo Antonio Netti*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

CENTRO CONGRESSI FEDERICO II - VIA PARTENOPE, 36 - NAPOLI

# COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVERO

PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

<b>MATERIALI BIO-LOGICI</b> <i>di Paolo Antonio Netti</i>	5
<b>BIOMATERIALI MULTIFUNZIONALI E TECNOLOGIE INNOVATIVE: TERAPEUTICI E PERSONALIZZANTI</b> <i>di Luigi Ambrosio</i>	7
<b>LA CHEMIURGIA, TRA RICERCA, SVILUPPO ED INNOVAZIONE</b> <i>di Rosa Muoio e Bruno Menale</i>	9
<b>LE NUOVE SFIDE DELL'UOMO. I MATERIALI INNOVATIVI</b> <i>di Francesco Tafuri</i>	11

**"Conversazioni tra sintetico e biologico: verso i materiali terapeutici"**

**[Paolo Antonio Netti]**

Gli articoli degli incontri si trovano all'indirizzo

[www.f2cultura.unina.it](http://www.f2cultura.unina.it)



**Paolo Antonio Netti** ha conseguito la laurea in Ingegneria Chimica e in seguito il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Chimica nel 1994 presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II. Ha svolto in seguito attività di post-dottorato presso l'IRC in *Biomedical Materials* del *Queen Mary College* di Londra e presso *Harvard University* di Boston.

Ritornato nel 1998 presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II, dove adesso lavora, ha integrato la sua conoscenza dei processi regolatori biochimici e biofisici che controllano gli equilibri tra cellula e

matrice extracellulare con la scienza e la tecnologia dei materiali per la creazione di nuovi materiali in grado di controllare la funzione cellulare.

Seguendo tale approccio "bioispirato", ha quindi proposto nuovi materiali bioattivi con prestazioni esaltate capaci di controllare e guidare i processi biologici quali differenziamento, proliferazione e crescita. Ad oggi, i suoi interessi scientifici sono nel campo di biomateriali di riparazione e supporto, per la rigenerazione e l'ingegneria dei tessuti, in nanomedicina per la terapia e la diagnostica e biomateriali per la sensoristica avanzata.

Paolo Netti è noto nella comunità scientifica internazionale per aver contribuito ad arricchire e ampliare il concetto moderno di biomateriale e aver esteso i confini dell'applicazione a settori sempre più ampi delle aree biomedicali. Ha pubblicato oltre 400 lavori scientifici accumulando oltre 9000 citazioni con un h-index di 46, oltre 30 capitoli di libri, e detiene oltre 30 brevetti.

È un membro di numerose commissioni scientifiche a livello europeo per la definizione di un percorso per lo sviluppo di nuove piattaforme sui biomateriali (VII programma quadro); è *chair* del comitato valutazione *advanced grants* dell'*European Research Council* (ERC) ed è stato tutor per alcune piattaforme di ricerca del MIUR. È promotore di un programma di creazione di una rete nazionale di laboratori per l'ingegneria dei tessuti (FIRB-TISSUENET). Oggi è professore ordinario di Bioingegneria e direttore del *Centre for Advanced Biomaterials for Health Care* dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT@CRIB) di Napoli.



## MATERIALI BIO-LOGICI

### Paolo Antonio Netti

Professore di Bioingegneria  
Università degli Studi di Napoli Federico II

L'invenzione di protesi è molto antica. Gli antichi egizi utilizzavano legno e cuoio per realizzare arti finti. I Maya erano abili dentisti e praticavano otturazioni con giada e pirite. In epoche più recenti sono le leghe metalliche a far da padrone. L'astronomo danese del XVI secolo Tycho Brahe utilizzava un naso finto a seguito delle ferite riportate in un duello. Brahe indossava un naso d'oro, d'argento o di rame a seconda della particolare occasione mondana. L'avvento dei nuovi materiali, ed in particolare delle materie plastiche nel '900 ha dato vita ad un gran numero di protesi per varie applicazioni: dal cardiovascolare all'ortopedico, dall'oftalmico all'ortodontico. Cinque secoli di progressi tecnici e scientifici hanno visto l'impiego di vari tipi di materiali nel corpo umano, metalli, ceramici, polimeri e compositi. Tuttavia, il principale criterio di progettazione di questi "biomateriali" è sempre stato quello di mantenere l'impianto inerte verso l'organismo: una protesi funziona bene fintanto che è invisibile all'organismo, non interagisce. Negli ultimi vent'anni le scoperte in campo biomedico hanno svelato i meccanismi che controllano le interazioni tra cellule e biomateriali. Ciò ha aperto la strada alla definizione di nuovi criteri di progettazione basati su logiche bio-logiche che mirano alla formulazione di biomateriali e protesi che interagiscono in maniera proattiva con il corpo umano. Questi materiali diventano "quasi

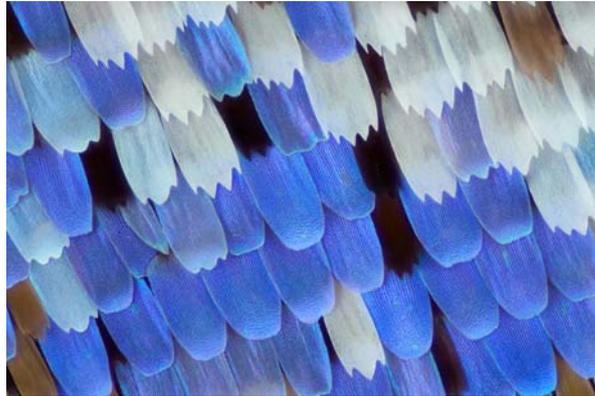
viventi" nell'accezione in cui istruiscono le cellule con cui sono a contatto e reagiscono ai cambiamenti e fabbisogni dell'organismo. Le interfacce di separazione tra materiale artificiale e tessuto organico non sono più definite, ma divengono evanescenti laddove il sintetico si amalgama con il biologico e viceversa e non è più possibile distinguere l'uno dall'altro. In quest'ottica i materiali divengono bio-integrati, sia perché si integrano e si miscelano con i tessuti sia perché sono generati mutuando le logiche utilizzate dalla Natura per generare ed assemblare tessuti biologici. La sinergia tra materiali bio-integrati e le innovative tecnologie di micro e nanofabbricazione, quali la stampa tridimensionale, lo stampaggio a microiniezione e la elettrofilatura, ha consentito di realizzare sofisticati sistemi in grado di controllare il fato di cellule e tessuti. Superfici di protesi che migliorano l'integrazione con i tessuti circostanti o *scaffold* che promuovono la rigenerazione di tessuti complessi quali la trachea e le arterie sono oggi una realtà. In un futuro non lontano si utilizzeranno dispositivi miniaturizzati (*chip*) contenenti repliche di tessuti ed organi simulando le possibili loro interazioni per studiare l'efficacia di farmaci, oppure che permettono di analizzare complessi fenomeni biologici come la metastatizzazione. Tutto ciò senza ricorrere a modelli animali, poco affidabili e costosi. Nanovettori funzionalizzati nella terapia e diagnostica e attuatori soffici nella robotica sono altri esempi in cui l'utilizzo dei materiali bio-integrati e delle logiche bio-logiche ha consentito di risolvere efficacemente problematiche tecniche e scientifiche. In uno scenario così complesso in cui ingegneria,



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**COME ALLA CORTE DI FEDERICO II**  
*MATERIALI BIO-LOGICI*

---

chimica, biologia e medicina interagiscono e si fondono, figure professionali tradizionali specializzate in contesti ben delineati difficilmente possono condurre ad un avanzamento della conoscenza e all'innovazione di processi e prodotti.





## BIOMATERIALI MULTIFUNZIONALI E TECNOLOGIE INNOVATIVE: TERAPEUTICI E PERSONALIZZANTI

**Luigi Ambrosio**

Direttore dell'Istituto dei Polimeri, Compositi e Biomateriali  
Consiglio Nazionale delle Ricerche - Napoli

Le necessità della nostra società impongono una precisa strategia che mira ad uno sviluppo sostenibile ed inclusivo con cui tendere al miglioramento ambientale, economico, sociale ed istituzionale, sia a livello locale che globale. Elementi centrali di questo disegno sono la natura e gli esseri viventi sia per il loro ruolo centrale nel definire le strategie future e sia per sviluppare sistemi a cui ispirarsi per la realizzazione di processi e strutture innovative. Oltre alle condizioni ambientali è necessario conseguentemente proteggere la salute dell'essere umano attraverso un approccio sistematico che consideri i seguenti tre elementi principali: salute fisica, salute mentale e salute sociale. Tali elementi emergono principalmente come conseguenza dell'invecchiamento della popolazione nelle società moderne. Premettendo la notevole riduzione delle nascite, si prevede che per il 2050 il numero di persone con età superiore ai 65 anni aumenteranno del 70%, mentre per coloro con età superiore ai 80 anni l'incremento sarà del 170%. Poiché le persone anziane sono più soggette a malattie, diventa necessario sviluppare nuove strategie terapeutiche e personalizzate affinché siano attivi ed in ottima salute per contribuire allo sviluppo della società futura.

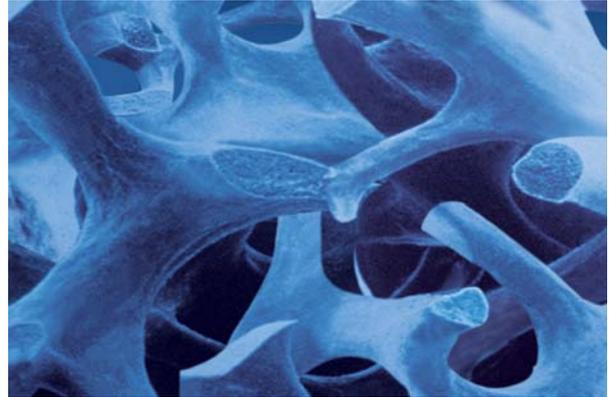
La cura delle patologie degenerative è spesso limitata dall'impossibilità di ripristinare il normale funzionamento dell'organismo umano; molti sono ancora i problemi irrisolti circa il recupero dei tessuti coinvolti. Negli ultimi anni, la strategia più promettente consiste nella progettazione di matrici polimeriche biodegradabili e non in grado di veicolare la formazione del tessuto al proprio interno fino alla completa rigenerazione. Nell'ambito dei materiali utilizzati, i polimeri biodegradabili e relativi compositi risultano altamente biocompatibili e sono particolarmente indicati nella realizzazione di matrici a porosità controllata per la rigenerazione dei tessuti. Lo sviluppo di matrici sintetiche per la rigenerazione dei tessuti attraverso l'accurata progettazione della morfologia, delle proprietà chimico-fisiche su scala nano-micro e macrometrica permettono di riprodurre un ambiente ottimale in grado di favorire l'integrazione cellulare nonché di consentire il trasporto di molecole di piccole dimensioni atte al loro sostentamento ed al rilascio controllato di segnali funzionali.

Mediante tale approccio sono stati sviluppati nuovi biomateriali intelligenti multi-funzionali (*extracellular matrix analogues*) per la rigenerazione dei tessuti umani. La progettazione dei materiali "*bioinspired*" connessa allo sviluppo di nuove micro e nano tecnologie, derivanti dalla prototipazione rapida combinata con "*l'imaging technology*" ha permesso di realizzare, in maniera automatica e riproducibile, strutture personalizzate e tecniche chirurgiche mini-invasive. Le competenze sviluppate, basate principalmente sull'integrazione delle conoscenze, conducono



allo sviluppo di nuovi biomateriali e tecnologie additive capaci di realizzare non solo tessuti ma anche organi.

I risultati ottenuti nell'ambito della rigenerazione di tessuti umani (osso, cartilagine, pelle, ecc.) e della cura di patologie connesse con l'invecchiamento (Alzheimer, cancro, artrosi etc.) rappresentano un vero e proprio "*breakthrough*" introducendo un concetto innovativo: il materiale immediatamente terapeutico e personalizzato.





## LA CHEMIURGIA, TRA RICERCA, SVILUPPO ED INNOVAZIONE

### Rosa Muoio

Funzionario tecnico  
Università degli Studi di Napoli Federico II

### Bruno Menale

Ricercatore di Botanica  
Università degli Studi di Napoli Federico II

L'uomo da sempre sfrutta il mondo delle piante per ottenere prodotti utili tra cui medicinali, cibo, bevande e tessuti, ma solo in tempi relativamente recenti ha utilizzato i prodotti agricoli con finalità industriali per ottenere risorse organiche rinnovabili ed innocue per l'ambiente.

Nella prima metà del XX secolo, in America venne coniato il termine "*Chemurgy*" per designare quel settore dell'industria chimica che otteneva prodotti a partire da materie prime di origine vegetale. Ben presto, gli sviluppi dell'industria petrolchimica e il prezzo vantaggioso del petrolio determinarono il declino della Chemurgia. Di conseguenza, le piante come fonte di materiale industriale vennero totalmente trascurate e continuarono ad essere coltivate quasi esclusivamente a fini alimentari; in altri campi l'industria cominciò ad avvalersi di fonti differenti, quali quelle derivate dalla lavorazione del petrolio.

Negli anni '70, vari fattori, tra cui la crisi energetica ed i crescenti problemi legati all'inquinamento, hanno determinato un rinnovato interesse della ricerca verso l'individuazione di materie prime di natura vegetale quali fonti di prodotti industriali a basso

impatto ambientale, vista anche l'ingente disponibilità di biomassa vegetale. La fotosintesi, infatti, genera sulle terre emerse enormi quantità di composti organici rappresentati da materiale ligneo-cellulosico, amido ed altre sostanze.

Attualmente, le ricerche chemiurgiche sono rivolte all'individuazione di nuove piante ed alla valorizzazione di alcuni vegetali poco considerati per lo sfruttamento in ambito industriale. Sono esempi specie quali mais, riso, grano, patata, manioca, che rappresentano importanti fonti di amido, composto dalle svariate applicazioni industriali, tra cui l'uso nell'industria dolciaria, nei processi di lavaggio delle tintorie, nell'industria tessile, nella fabbricazione della carta, in cosmetica e nella realizzazione di adesivi.

Altro esempio significativo è rappresentato dalla canapa, pianta dalle molteplici potenzialità industriali. Questa specie potrebbe costituire un'ottima fonte di cellulosa in quanto necessita di minimi trattamenti chimici per la sbiancatura rispetto alla polpa cellulosica ottenuta dagli alberi; di conseguenza, potrebbe essere ampiamente usata per la fabbricazione della carta, nonché di plastiche di ogni tipo oggi spesso ottenute dal catrame, risorsa non biodegradabile. Non è da trascurare neanche il sempre più ampio uso dei residui legnosi di questa pianta in campo edilizio, per le caratteristiche di leggerezza, resistenza, igroscopicità ed elevato potere isolante.

In conclusione, l'uso delle materie prime vegetali in campo industriale può portare a notevoli



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**COME ALLA CORTE DI FEDERICO II**  
*MATERIALI BIO-LOGICI*

---

risultati in vari settori economici e può costituire una nuova frontiera per la valorizzazione del territorio, così come per la creazione di nuovi sbocchi per l'imprenditoria, nella totale salvaguardia dell'ambiente.





## **LE NUOVE SFIDE DELL'UOMO.**

### **I MATERIALI INNOVATIVI**

#### **Francesco Tafuri**

Professore di Fisica della materia  
Università degli Studi di Napoli Federico II

Quanto i materiali siano stati tradizionalmente un parametro del livello di civilizzazione dell'uomo è chiaro dai primi tempi di scuola: l'età della pietra, del ferro, del bronzo e, saltando a tempi più recenti, dell'acciaio, del silicio, della plastica. All'approccio fatalistico del passato si è sostituita una nuova visione "deterministica" di disegnare e costruire i materiali sulla base della maggiore comprensione delle leggi fondamentali della natura. La scienza dei materiali è un campo estremamente vasto con l'obiettivo di comprendere come la nano- e la macro-struttura influenzino le proprietà ultime dei materiali e di utilizzare questa conoscenza per manipolare le proprietà dei nuovi materiali per le varie applicazioni.

Una prima classificazione sui materiali innovativi d'interesse tecnologico può essere realizzata sulla base della loro utilizzazione ultima e dell'impatto che hanno sulla società:

- a) materiali per la nuova elettronica 'oltre il silicio', per la spintronica, per i circuiti fotonici e per la computazione quantistica;
- b) materiali a basso impatto ambientale per il risparmio energetico, per sistemi d'immagazzinamento dell'energia e batterie più

efficienti, per nuove sorgenti energetiche sostenibili;

c) materiali strutturalmente più resistenti e leggeri per sistemi di trasporto e costruzioni più affidabili e per motori energeticamente più vantaggiosi operanti anche a temperature e pressioni maggiori;

d) bio-materiali per l'ingegnerizzazione della materia vivente e di tessuti;

e) materiali che manifestino fenomeni completamente nuovi con applicazioni in vari campi.

La natura di questi ultimi materiali (e) può essere in parte colta guardando alle transizioni di fase, le prime dirette esperienze che ciascuno di noi ha con la manipolazione della materia: l'acqua, il ghiaccio, il vapore e i passaggi da uno stato all'altro tramite il controllo della temperatura. In realtà i materiali possono trasformarsi e modificare le loro proprietà elettriche, magnetiche, ottiche, meccaniche e termiche sotto la spinta di condizioni esterne. Nel campo dei materiali per l'elettronica, un esempio di come le proprietà macroscopiche dei materiali cambino radicalmente sotto la spinta di fenomeni microscopici è la transizione superconduttiva. In condizioni normali, un metallo oppone resistenza al passaggio della corrente elettrica. Tuttavia, se un metallo viene opportunamente raffreddato, si trasforma in un superconduttore, cioè un materiale che non oppone alcuna resistenza al passaggio di corrente. Questa è la conseguenza su scala macroscopica di un fenomeno a prima vista incredibile: gli elettroni che nel vuoto si

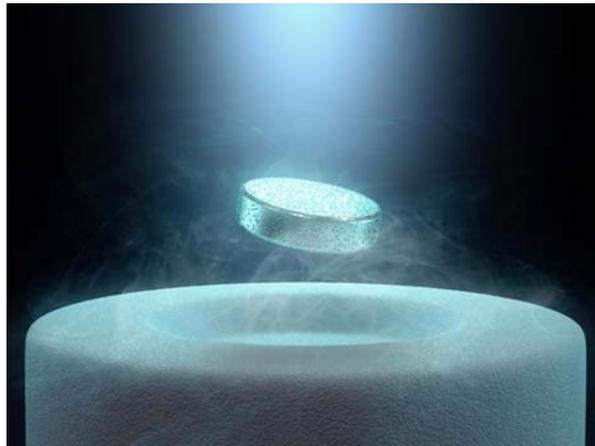


respingono, all'interno di un materiale in certe condizioni si attraggono e formano coppie inarrestabili.

Queste metamorfosi sono tanto più potenti quanto più i materiali sono controllati e confinati, come all'interno di nanostrutture, quali nanotubi o sistemi bidimensionali dal grafene agli isolanti topologici, dai dicalcogenuri dei metalli di transizione agli ossidi. Il confinamento della materia può esaltare prestazioni proprie della natura quantistica dei vari materiali generando funzionalità e performance inimmaginabili con applicazioni in vari settori dalle tecnologie

dell'informazione alle telecomunicazioni e alla nascente ingegneria quantistica.

I materiali innovativi sono parte integrante delle nuove sfide dell'uomo e della necessaria interdisciplinarietà per affrontarle. Volare nella plastica, spazi che si avvicinano, energia sostenibile in riserve ceramiche, le soluzioni a problemi fino ad ora impossibili tramite computer quantistici ibridi opto-elettronici e ricostruzioni biologiche sono sogni quasi necessari che si avvicinano.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II



# COME ALLA CORTE DI FEDERICO II

OVVERO

PARLANDO E RIPARLANDO DI SCIENZA

6



14<sup>a</sup> edizione



PROSSIMO APPUNTAMENTO

23 MARZO 2017 - ORE 20.30

QUANDO ALZHEIMER  
FILAVA LA SETA...

*Annalisa Pastore*

KING'S COLLEGE LONDON



ORGANIZZAZIONE A CURA DEL  
CENTRO DI SERVIZIO DI ATENEI PER IL COORDINAMENTO DI PROGETTI SPECIALI E L'INNOVAZIONE ORGANIZZATIVA

