



scienza attiva®

## INTRODUZIONE AI BIOMATERIALI

Paolo Netti – Università di Napoli “Federico II”

### **Scienza dei materiali e biomateriali**

La scienza dei materiali costituisce un settore di crescente interesse in rapida evoluzione nel sistema culturale ed economico mondiale. Risorse umane e finanziarie sono impiegate a seguire le nuove tendenze in questo campo per la messa a punto di tecnologie via via più complesse. La scienza si concentra sullo studio, la messa a punto e la produzione di materiali innovativi avanzati, capaci di superare gli attuali limiti chimico-fisici.

Per materiali innovativi s'intende una serie veramente ampia di materiali (ceramici, metallici, polimerici) che si differenziano dai materiali convenzionali poiché progettati su misura per far fronte a un'esigenza specifica. Questi materiali sono realizzati per svolgere una funzione predefinita; il materiale viene, cioè, funzionalizzato attraverso modifiche sia chimiche, che fisiche e reso idoneo ad assolvere la sua funzione in maniera intelligente. La specializzazione del materiale è resa possibile dai progressi nell'interpretazione teorica delle relazioni tra microstruttura e proprietà macroscopiche, dal miglioramento delle tecniche sperimentali e dalla evoluzione nelle tecnologie di processo e di lavorazione. E' possibile, ad esempio, modificare un materiale ceramico conferendogli caratteristiche 'plastiche' per renderlo modellabile, o irrigidire un materiale polimerico al punto di sostituirlo al metallico in applicazioni strutturali.

La classificazione dei materiali in rigidi, fragili, deformabili eccetera, è dunque stata superata. Va sottolineata l'importanza che l'utilizzo di questi materiali ha in campi di interesse sociale, quali la salute, i trasporti, le telecomunicazioni e l'energia; saranno infatti possibili notevoli miglioramenti nella prestazione di servizi pubblici, nell'impatto ambientale e nella qualità della vita.



Il settore dei materiali è per natura **multi- e inter-disciplinare** e soggetto a rapidi mutamenti, dovuti al continuo progredire della tecnica e della tecnologia. Il compito dell'ingegnere dei materiali è pertanto arduo ma avvincente.

Un esempio del carattere composito della disciplina è rappresentato dai **biomateriali**. L'uso di materiali, sintetici o naturali, consta di numerosi esempi nella storia fin da tempi antichissimi. Gli Aztechi, ad esempio, adoperavano legni resinosi introdotti nel canale midollare delle ossa lunghe a mo' di infibulo, praticando una sorta di 'osteosintesi'.

Ovidio, nelle *Metamorfosi*, parlando di Pelope menziona una sostituzione protesica: "...una spalla già mangiata da Demetrio fu sostituita con un'articolazione d'avorio...".

E' solo negli ultimi decenni, però, che abbiamo assistito a una vera e propria rivoluzione nel settore dei biomateriali. Essi sono, oggi, impiegati sempre più frequentemente in seguito a sempre più sofisticate manipolazioni, fino a situazioni estreme di sostituzione totale di organi fondamentali (cuore artificiale, protesi d'anca, etc.).

La problematica principale nella progettazione di un biomateriale è la necessità di fare fronte alle diverse e severe condizioni cui il biomateriale dovrà sottostare; in qualità di elemento sostitutivo di organi complessi, infatti, si troverà in un ambiente aggressivo, quale il corpo umano. Dal punto di vista meccanico, la progettazione di un biomateriale si presenta particolarmente impegnativa; il lavoro del progettista è ulteriormente complicato dalla difficoltà di definire precisamente e completamente il campo di sollecitazione che insiste sul sistema naturale. La biomeccanica è la branca della scienza moderna che studia le sollecitazioni esterne ed i meccanismi con cui queste si trasferiscono e si distribuiscono nelle articolazioni. Le proprietà meccaniche, però, per quanto fondamentali non sono sempre sufficienti all'utilizzazione di un biomateriale. L'interazione tra materiale e tessuto naturale, e quindi la biocompatibilità e la biostabilità, sono fattori ugualmente rilevanti.

La progettazione dei biomateriali ha subito, dicevamo, delle profonde trasformazioni. Fino a poco tempo fa, la progettazione si concentrava sull'oggetto da realizzare, che veniva confezionato con il materiale ritenuto più idoneo a tale oggetto. Adesso, invece, il materiale viene scelto in base alla funzione d'uso del biomateriale, e cioè alla sua applicazione. A tale scopo si utilizzano i materiali compositi.



I compositi sono dei materiali costituiti da due o più elementi le cui proprietà fisiche differiscono considerevolmente da quelle dei singoli costituenti che, agendo in sinergia disomogenea e asimmetrica, conferiscono proprietà anisotrope al materiale derivante. Questi materiali sono realizzati mediante un processo di laminazione in cui gli strati sono orientati in maniera predeterminata. Ogni strato possiede le sue caratteristiche, definite dalla propria composizione volumetrica, dalle proprietà geometriche, dalla disposizione delle fibre e dalle proprietà materiali che lo costituiscono (micromeccanica). Il laminato, a sua volta, dispone di caratteristiche proprie, determinate ad esempio dall'orientamento delle fibre in ciascuno stato rispetto all'asse del laminato e della sequenza con cui sono sistemati gli strati (macromeccanica).

La natura si serve continuamente di materiali compositi per la realizzazione di sistemi biologici. L'osso, ad esempio, è una miscela di materiale proteico soffice ma tenace (collagene) e di un materiale rigido e fragile (apatite). L'osso presenta eccezionali caratteristiche e fornisce prestazioni meccaniche non riproducibili con alcun materiale omogeneo e isotropo, grazie alla disposizione delle fibre di collagene nella matrice di idrossiapatite. I materiali compositi dunque, per emulare degnamente il comportamento meccanico dei tessuti naturali, devono disporre di strutture con rigidità differenziate, una sfida progettuale molto interessante. L'applicazione dei materiali compositi strutturali è rivolta prevalentemente al settore ortopedico, dove la performance meccanica del materiale costituisce un requisito primario. Quando parliamo di progettazione, ci riferiamo a caratteristiche meccaniche, ma anche funzionali. I materiali biodegradabili, ad esempio, sono progettati in modo da assolvere la propria funzione per un tempo sufficientemente lungo da permettere la ricrescita dei tessuti naturali che progressivamente sostituiranno il materiale protesico (che verrà lentamente riassorbito ed eliminato).

In sintesi, grazie alle avanzate conoscenze scientifiche ed al progredire della tecnologia, è oggi possibile la funzionalizzazione del materiale in base ai requisiti specifici richiesti dalla particolare applicazione. Questa possibilità ha rivoluzionato la filosofia e gli obiettivi di progettazione del materiale. Si mira, infatti, alla realizzazione di materiali intelligenti, progettati esclusivamente per far fronte a specifiche esigenze applicative. La comunità scientifica si rivolge al mondo naturale ed ai biosistemi per scoprire nuovi concetti e principi capaci di permettere lo sviluppo di materiali sempre più avanzati. Ecco quindi che si rende necessaria l'interazione tra saperi e conoscenze, e la collaborazione tra ingegneri, medici, fisici, chimici e biologi per la creazione e lo sviluppo dei biomateriali del futuro.