

IL CORSO DI LAUREA IN SCIENZA DEI MATERIALI

Vent'anni tra nuovi materiali e nanotecnologie

Mario Guzzi

Dipartimento di Scienza dei Materiali

Università di Milano Bicocca

mario.guzzi@unimib.it



Il corso di laurea in Scienza dei Materiali è nato alla fine degli anni Novanta in alcuni atenei italiani e ha rappresentato uno dei primi esperimenti italiani di costruzione di un percorso interdisciplinare capace di coniugare una rigorosa formazione scientifica con l'acquisizione di competenze professionali spendibili sul mercato del lavoro. Presso l'Università di Milano-Bicocca i corsi hanno avuto inizio nell'ottobre 1994. Nel novembre 2014 il Dipartimento di Scienza dei Materiali ha organizzato un convegno per celebrare il ventennale del corso di laurea, occasione questa per uno sguardo ai progressi più recenti della scienza dei materiali e delle nanotecnologie, sua recente costola

Le origini

Tra fine anni Ottanta e inizio anni Novanta, l'intensa attività di ricerca in aree fortemente interdisciplinari, quali la scienza dei materiali, le biotecnologie e la scienza dell'ambiente presente negli atenei italiani porta all'avvio della discussione sull'opportunità di apertura di corsi di studio orientati verso queste nuove discipline. Iniziarono quindi a essere proposti dalle Facoltà di Scienze e di Ingegneria diplomi universitari e corsi di laurea dedicati all'insegnamento in queste aree.

Per quanto riguarda la scienza dei materiali, l'iniziativa viene presa principalmente in tre sedi del nord Italia, nell'ordine Torino, Milano e Padova, il cui esempio fu seguito successivamente da numerosi altri atenei. In alcune sedi questo corso di studio è successivamente stato chiuso. Nell'anno accademico 2014/2015 Scienza dei Materiali è presente nelle Università di Bari, della Calabria, di Genova, di Milano Bicocca, di Padova, del Piemonte Orientale, di Roma Tor Vergata e di Torino.

La scienza dei materiali

Definire in poche parole la scienza dei materiali è un'operazione complessa, forse impossibile, date le caratteristiche di questa area disciplinare.

Infatti, nell'appendice V¹ del 1993 dell'Enciclopedia Italiana si trova che *Una definizione assai generale della Scienza dei Materiali (...) può darsi come "lo studio della natura, comportamento e uso dei materiali applicato alla scienza e alla tecnologia" (...) Tuttavia la Scienza dei Materiali sfugge a una definizione succinta. Essa non può essere pensata come un'unica disciplina (perciò qualsiasi definizione può contenere una certa dose di ambiguità) ma piuttosto come un vasto, vitale e relativamente nuovo campo di conoscenze e di tecniche, sperimentali e teoriche, che costituiscono un elemento essenziale della moderna società tecnologica.*

In queste righe risulta evidente la stretta interconnessione tra l'avanzamento delle conoscenze relative alle proprietà fondamentali dei materiali, il loro interesse applicativo e lo sviluppo delle relative tecnologie. Questa definizione però non specifica il metodo con cui procede la scienza dei materiali, che è invece tratteggiato nella definizione data nell'appendice VII del 2007 della stessa Enciclopedia²: *la Scienza dei Materiali si occupa dei solidi d'interesse applicativo, studiandone i legami fra la struttura e le proprietà.*

Lo studio del legame tra struttura e proprietà del materiale è la caratteristica che determina il metodo proprio dello scienziato dei materiali, come messo bene in evidenza nella definizione riportata in un articolo de "Il Nuovo Saggiatore"³. Nel seguito farò ampiamente riferimento a questo lavoro di Nice Terzi, tra gli ideatori del corso di laurea in Scienza dei Materiali e suo primo Presidente dal 1994 al 1996. Secondo

quanto riportato in [3], citando un precedente lavoro di M. Cohen, la scienza dei materiali può essere definita una *superdisciplina riguardante la caratterizzazione, la comprensione e il controllo della struttura della materia e dei materiali, dal livello molecolare a quello supramolecolare, e capace di collegare questa struttura alle proprietà*.

Lo stretto legame tra scienza e tecnologia nel mondo dei materiali, cioè tra avanzamento delle conoscenze di base e sviluppo delle applicazioni, è ben rappresentato graficamente dal cosiddetto *tetraedro della scienza dei materiali* che mette in evidenza le connessioni tra la struttura dei materiali, le loro proprietà, i processi di sintesi e di lavorazione e, infine, le funzioni e le prestazioni ottenibili dal prodotto finito (Fig. 1).

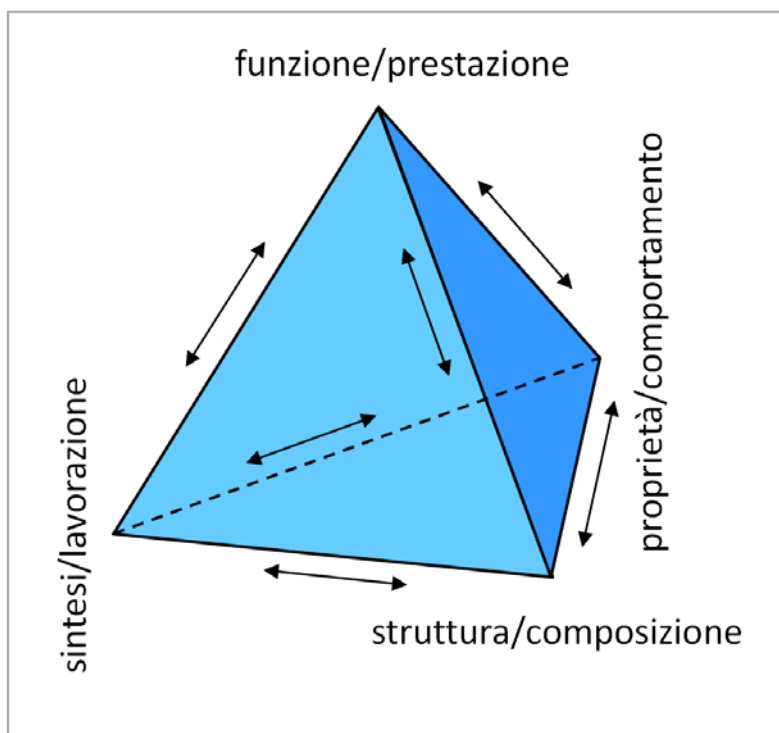


Fig. 1

Il tetraedro della Scienza dei Materiali

Le frecce in figura evidenziano che ciascuno dei vertici del tetraedro è strettamente intercorrelato agli altri e che tutti contribuiscono allo sviluppo della conoscenza delle proprietà dei materiali. D'altra parte, usualmente lo sviluppo di materiali di interesse applicativo implica un compromesso tra proprietà (e quindi qualità) del materiale e costi di produzione (e quindi tecnologie di preparazione e di lavorazione da utilizzare). Di conseguenza, le frecce che uniscono i vertici del tetraedro di Fig. 1 evidenziano anche lo stretto legame esistente tra processi di preparazione e trattamento, struttura e quindi proprietà dei materiali, che determinano le prestazioni del prodotto.

Nel corso del convegno per i vent'anni di Scienza dei Materiali a Milano si è tenuta una tavola rotonda su *Vent'anni di Nuovi Materiali e Nanotecnologie*⁴ che offre un quadro degli sviluppi passati e delle prospettive di questa area disciplinare.

La scienza dei materiali a Milano

A Milano il corso di laurea in Scienza dei Materiali inizia le proprie lezioni presso l'Università Statale nell'ottobre 1994; questa è solo la data formale di avvio, perché l'impresa di costruire un corso di laurea nuovo nasce molto prima. Infatti, un'intensa e proficua collaborazione scientifica tra docenti e ricercatori del Dipartimento di Fisica e dei Dipartimenti di Chimica dell'Ateneo aveva portato nell'anno accademico 1988/89 alla nascita della Scuola di Specializzazione in Scienza e Tecnologia dei Materiali. L'iniziativa venne accolta positivamente da grandi aziende lombarde, in primis SGS (ora STMicroelectronics) che la sostenne con borse di studio e docenza, ma anche molte PMI interessate a laureati con una formazione marcatamente interdisciplinare, che non era fornita dai corsi di laurea tradizionali.

Il buon successo della Scuola di Specializzazione portò naturalmente alla proposta di costituzione di un vero e proprio corso di laurea in Scienza dei Materiali da allocare presso il polo di Bicocca, che stava per essere costituito dalla Statale per formare il nucleo fondante del nuovo Ateneo di Milano Bicocca. Il progetto del nuovo Ateneo prevedeva infatti per l'area scientifica la creazione di strutture didattiche e scientifiche interdisciplinari, meno tradizionali e con una vocazione applicativa particolarmente accentuata. In Bicocca nacquero quindi i primi tre corsi di laurea scientifici e i primi tre Dipartimenti, nell'ordine Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Scienza dei Materiali e Biotecnologie e Bioscienze. Tutti e tre poco dopo confluirono nell'Università di Milano Bicocca.

Il cammino iniziale del corso di laurea Scienza dei Materiali si scontrò con due problemi: essere parte di un Ateneo nuovo e far capire la sua specificità e originalità rispetto all'associazione immediata materiali=tecnologia=Politecnico. Per la costruzione di un'identità formativa-scientifica-tecnologica, fu essenziale per il corso di laurea essere allocato entro l'omonimo Dipartimento che andava via via affermandosi, come una comunità di docenti e ricercatori che aveva fatto della Scienza dei Materiali una scommessa non tattica ma strategica. Iniziò quindi una lunga campagna che portò a investire tempo ed energie tra scuole e presentazioni pubbliche, nello sforzo di spiegare a Milano e alla sua provincia cosa fosse la Scienza dei Materiali e quale fosse la missione del corso di laurea e del Dipartimento con la loro concretezza scientifica, culturale, tecnologica e formativa.

In questo contesto vivace e dinamico nasceva poco dopo, nel 1997, il dottorato in Scienza dei Materiali, che promuoverà un rilevante cammino di internazionalizzazione culminato nel 2005 nella Scuola Europea di Fisica e Chimica dei Materiali Avanzati; a questo primo dottorato seguì nel 2000 quello in Nanostrutture e Nanotecnologie. I due dottorati sono ora unificati sotto il nome di dottorato in Scienza e Nanotecnologia dei Materiali⁵.

Il Corso di Laurea in Scienza dei Materiali a Milano Bicocca

In questi vent'anni il corso di laurea ha conservato l'impostazione formativa di base descritta nel già citato lavoro di Nice Terzi³, via via adattandola alle condizioni e ai vincoli sempre più stretti posti da leggi, circolari e disposizioni ministeriali. Attualmente, come per la grande maggioranza dei corsi di laurea italiani, sono previsti due livelli di laurea: un primo livello di durata triennale, seguito da un secondo livello (laurea magistrale) di durata biennale. Per una descrizione dettagliata della struttura del corso di laurea si rimanda alla relativa pagina web⁶; di seguito presento sinteticamente le principali caratteristiche dei due livelli di formazione.

Il Corso di Laurea Triennale

Obiettivo principale del corso di laurea triennale è assicurare allo studente il possesso di conoscenze di base delle proprietà chimiche e fisiche dei materiali, di capacità sperimentali per la loro caratterizzazione e di competenze tecnico-professionali per il loro utilizzo a scopo applicativo. Questi obiettivi si raggiungono attraverso l'acquisizione di solide conoscenze di base di chimica e di fisica, di adeguate competenze matematiche, di una solida metodologia di lavoro con un'impostazione interdisciplinare e di competenze specifiche di laboratorio. In particolare, i laureati si caratterizzano per una buona conoscenza teorica e sperimentale delle principali proprietà e caratteristiche (sia a livello micro che macro) dei materiali macromolecolari, dei materiali ceramici e polimerici, dei materiali per l'elettronica e per l'opto-elettronica. Nel corso del terzo anno gli studenti possono optare, mediante un'opportuna scelta di esami, per una formazione maggiormente orientata agli aspetti conoscitivi di base che li indirizza verso la prosecuzione degli studi o per una formazione maggiormente orientata agli aspetti tecnico-professionalizzanti, che li avvia all'entrata diretta nel mondo del lavoro. In questo secondo caso gli studenti concludono di norma il loro percorso di studio con uno stage presso industrie o laboratori esterni all'Ateneo.

La grande maggioranza dei laureati triennali, circa il 60-70%, prosegue negli studi frequentando in generale la Laurea Magistrale, mentre il rimanente 30-40% entra nel mondo del lavoro; la tendenza alla prosecuzione degli studi pare accentuarsi negli ultimi anni. Gli sbocchi lavorativi prevalenti sono in industrie metalmeccaniche, elettroniche o polimeriche. Il laureato triennale ha dimostrato di essere in grado di inserirsi con rapidità in realtà produttive o di ricerca. È stata richiesta ai tutor esterni che negli ultimi anni hanno seguito gli stage presso industrie o laboratori esterni all'Ateneo una valutazione degli studenti. La loro preparazione viene valutata sufficiente ad affrontare la grande maggioranza delle opportunità

lavorative, viene apprezzata la buona preparazione culturale di base e riconosciuta un'adeguata preparazione interdisciplinare. In particolare, è evidenziata la capacità degli studenti di lavorare con metodo e di raggiungere velocemente una ragionevole autonomia. Questa buona valutazione è confermata dai dati rilevati dal Nucleo di Valutazione dell'Ateneo relativi ai laureati 2010-2011⁷. Essi indicano che circa l'80% degli occupati ha trovato lavoro entro 12 mesi dal conseguimento della laurea. Questa percentuale sale al 100% nei dati più recenti relativi ai laureati 2011. Per il 60-70% dei casi il titolo specifico conseguito è stato ritenuto necessario o comunque vantaggioso.

Il Corso di Laurea Magistrale

Il corso di laurea magistrale permette approfondimenti disciplinari che estendono e rafforzano le conoscenze acquisite durante il primo ciclo di studi. Nel concreto, sono previsti insegnamenti di base che forniscono ampie conoscenze di tematiche avanzate nel campo delle discipline fisiche e chimico-fisiche tipiche della Scienza dei Materiali e insegnamenti dedicati allo studio dei materiali organici e polimerici, dei materiali dielettrici, dei materiali semiconduttori e dei nanomateriali. I laureati magistrali acquisiscono così una conoscenza approfondita che li mette in grado di applicare tecniche e contenuti di carattere avanzato nella formulazione e risoluzione di problemi complessi in quattro delle principali classi di materiali avanzati. Il profilo lavorativo e professionale di questi laureati li rende qualificati a occuparsi, anche con ruoli di responsabilità, dell'innovazione e dello sviluppo dei materiali, della loro progettazione avanzata, della qualificazione e diagnostica di una varietà di materiali, dell'impostazione di un progetto scientifico di medio respiro e della gestione di sistemi complessi. Tale profilo si è via via sviluppato anche grazie a un'intensa interazione con ambienti del mondo del lavoro, che hanno spesso fornito utili indicazioni.

In questi vent'anni il corso di laurea ha laureato circa 300 studenti prima nella laurea quinquennale e successivamente in quella specialistica/magistrale. Gli sbocchi professionali sono in ottima misura coerenti con il percorso di studi (Fig. 2).

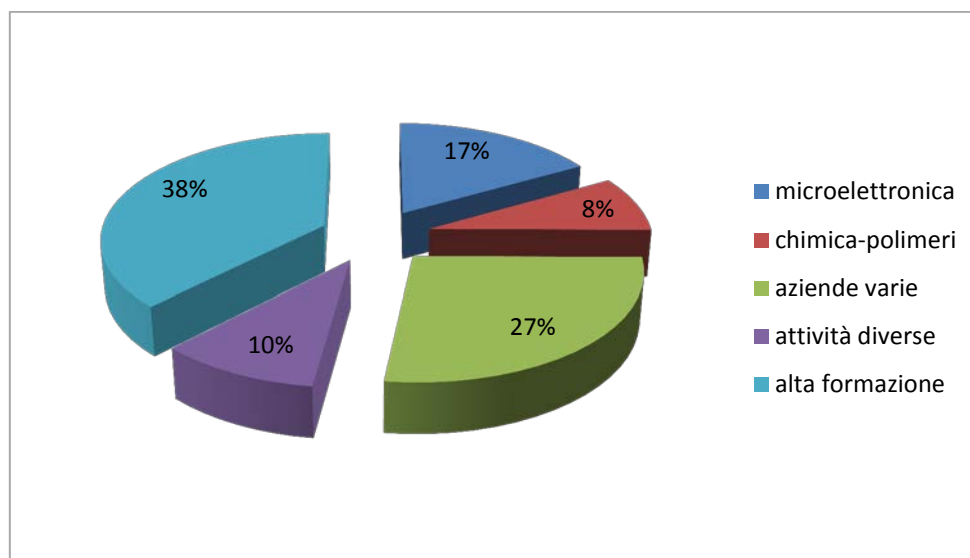


Fig. 2

Sbocchi occupazionali dei laureati in Scienza dei Materiali di Milano Bicocca

Un'indagine sull'occupazione dei laureati in Scienza dei Materiali dall'istituzione del corso di studio in costante aggiornamento mostra che oltre il 50% dei laureati (quinquennali, specialistici e magistrali) ha trovato occupazione nell'industria; la metà circa di questi in aziende attive nei settori della microelettronica, dell'elettronica e in aziende chimiche e polimeriche. Il 17% circa risulta occupato in altri impieghi, quali insegnamento, giornalismo scientifico, settore finanziario, consulenze ecc. Infine, il rimanente 33% è impegnato nell'alta formazione (Dottorato di Ricerca) e nella ricerca (posizioni post-dottorato e posizioni di ricercatore in atenei e enti di ricerca italiani e stranieri).

Un certo numero di studenti della laurea magistrale conclude il proprio percorso di studio svolgendo l'attività per la preparazione della tesi di laurea presso industrie o laboratori esterni all'Ateneo. Ai tutor

esterni che hanno seguito questi studenti negli ultimi anni è stata richiesta una valutazione della loro preparazione. La valutazione media è buona in termini di efficace capacità di affrontare i problemi che nascono nel corso dell'attività e di attitudine all'analisi anche approfondita dei problemi stessi. Quali punti di forza della formazione vengono segnalati una robusta preparazione negli aspetti di base delle discipline scientifiche e solide conoscenze delle proprietà chimico-fisiche dei materiali, una buona attenzione agli aspetti applicativi, una buona capacità di muoversi con autonomia in laboratorio e una buona attitudine a relazionare in maniera strutturata il lavoro svolto.

A conferma di questa valutazione positiva, si deve osservare che l'ingresso nel mondo del lavoro è buono. In base al rilevamento del Nucleo di Valutazione dell'Ateneo sulla condizione dei laureati degli anni 2010-2011⁷, il 100% dei laureati 2010 e il 78% dei laureati 2011 ha trovato lavoro entro i primi 12 mesi dalla laurea. Il 100% degli occupati ha trovato lavoro entro 12 mesi dal conseguimento della laurea. Le interviste ai laureati 2010-2011 a 12 mesi dalla laurea fanno emergere nel 90% circa dei casi l'opinione che la preparazione ricevuta nel CdS è pienamente coerente con lo sbocco lavorativo e il titolo è risultato necessario per trovare lavoro.

In occasione della manifestazione per il ventennale del corso di laurea è stato contattato un buon numero di laureati milanesi. Gli interventi di molti di loro, trasmessi nel corso della tavola rotonda già citata⁴, documentano che la forte valenza interdisciplinare della formazione in Scienza dei Materiali ha favorito un loro ottimo inserimento in settori lavorativi molto diversi.

Ringraziamenti: Ringrazio la collega Nice Terzi per le lunghe discussioni di questi anni sulla Scienza dei Materiali e per la lettura critica del manoscritto. Il lavoro svolto con Adele Sassella e Dario Narducci nella preparazione del convegno per il ventennale del corso di laurea ha fornito utili spunti per la stesura di queste note. Ringrazio infine Alberto Paleari per una lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

¹Scienza dei Materiali in "Enciclopedia Italiana - V Appendice", Treccani, [http://www.treccani.it/enciclopedia/scienza-dei-materiali_res-cc3da0c5-87ea-11dc-8e9d-0016357eee51_\(Enciclopedia-Italiana\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/scienza-dei-materiali_res-cc3da0c5-87ea-11dc-8e9d-0016357eee51_(Enciclopedia-Italiana)/)

²Scienza dei Materiali in "Enciclopedia Italiana - VII Appendice", Treccani, [http://www.treccani.it/enciclopedia/scienza-dei-materiali_\(Enciclopedia-Italiana\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/scienza-dei-materiali_(Enciclopedia-Italiana)/)

³N. Terzi, Materiali e Corso di Laurea in Scienza dei Materiali, *Il Nuovo Saggiatore*, 1995, **11**, 32.

⁴<https://www.youtube.com/watch?v=HeBA0rUBQy8>

⁵<http://www.unimib.it/go/5938979688485606151/Home/Italiano/Studenti/Dopo-la-laurea/Scuola-Unica-di-Dottorato-di-Ricerca/Scienza-e-Nanotecnologia-dei-Materiali>

⁶<http://www.mater.unimib.it/it/didattica/scienza-dei-materiali>

⁷<http://www.unimib.it/upload/pag/47233/1/sc/sciestella2014.pdf>