

QUATTRO IDEE PER IL FUTURO

Riflessioni e orientamento per gli studenti in
Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali



Progetto Lauree Scientifiche



Progetto Lauree Scientifiche

QUATTRO IDEE PER IL FUTURO

Riflessioni e orientamento per gli studenti in
Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali

A cura della
CONFERENZA NAZIONALE DEI PRESIDI
DELLE FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE

© 2006

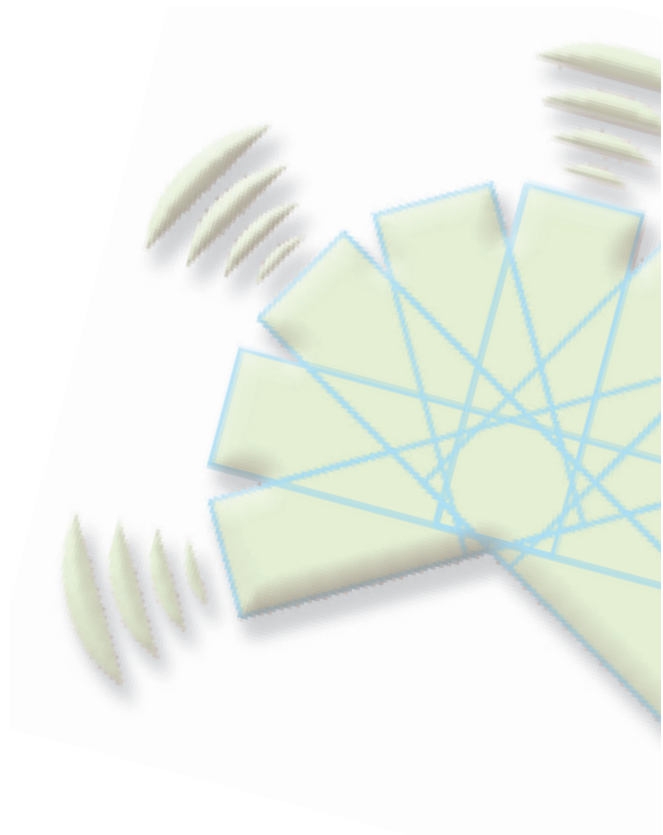
A cura della
CONFERENZA NAZIONALE DEI PRESIDI
DELLE FACOLTÀ DI SCIENZE E TECNOLOGIE

Grafica e Art Direction ORFEO PAGNANI

Testi  R. BASSOLI, P. GRECO, S. MENNA, A. ZACCHEDDU, S. BENCIVELLI

Illustrazioni ALESSANDRO FERRARO

Impaginazione  grafica - Roma



Nella **Prima** Parte, da pagina **4**

- _01- Presentiamo il Progetto Lauree Scientifiche
- _02- La crisi delle vocazioni scientifiche e il danno per il nostro Paese
- _03- Cambiare, per avere più laureati in materie scientifiche
- _04- Il valore culturale e sociale delle discipline scientifiche. E un po' di storia

Nella **Seconda** Parte, da pagina **30**

- _05- L'accesso al lavoro e il rapporto tra conoscenza, ricerca e produzione
- _06- Che cosa dicono le statistiche sull'occupazione dei laureati in materie scientifiche
- _07- Ecco, in breve, come funziona il percorso di studi universitario (sistema dei crediti, eccetera)

Nella **Terza** Parte, da pagina **54**

- _08- Che cosa si studia nei corsi più diffusi di chimica, fisica, matematica e scienza dei materiali
- _09- I vantaggi di studiare in condizioni ottimali di rapporto tra insegnanti e studenti
- _10- Le occasioni di stage, i soggiorni all'estero, gli incentivi finanziari
- _11- Perché è importante avere una forte conoscenza delle discipline di base: da qui a mille futuri diversi
- _12- I profili professionali che si possono costruire con le singole discipline
- _13- Il Progetto Lauree Scientifiche e i suoi laboratori

Ti proponiamo inoltre tante testimonianze di laureati in materie scientifiche che hanno percorsi professionali interessanti



Ministero dell'Università e della Ricerca:

è il ministero che si occupa della formazione universitaria, dell'alta formazione artistica e musicale e della ricerca.

Ministero dell'Istruzione:

è il ministero che si occupa dell'istruzione scolastica.



con.Scienze

Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie:

associa i Presidi in carica delle Facoltà di Scienze e Tecnologie, di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, di Chimica Industriale, di Scienze Nautiche, di Scienze Ambientali, e altre facoltà affini.



Confindustria:

è la principale organizzazione rappresentativa delle imprese manifatturiere e di servizi in Italia. Raggruppa, su base volontaria, più di 116.000 imprese di tutte le dimensioni per un totale di circa 4.300.000 addetti.



Perché ci rivolgiamo a te con questo libretto?

Perché l'Italia ha bisogno di giovani con una forte cultura scientifica, capaci di far progredire culturalmente, socialmente, economicamente il Paese.

I paesi che hanno molti scienziati in grado di scoprire, inventare e applicare cose nuove, sono paesi dove c'è più benessere. E dove la qualità della vita di tutti migliora sempre di più. Perché la scienza risolve i problemi. Alcune volte la tecnologia li crea, ma anche in questi casi le soluzioni vanno trovate utilizzando il metodo scientifico. È per questo che la cultura scientifica è diventata quella su cui si basano tutte le società avanzate, quelle più ricche, quelle più forti.

Tutti i paesi (ma soprattutto Stati Uniti e paesi asiatici come Cina, Corea del Sud, Giappone), stanno investendo enormi risorse per poter avere entro i prossimi cinque-dieci anni molti più laureati in materie scientifiche di quanti non ne abbiano adesso.

C'è una gara planetaria a chi riesce a laureare più persone in materie scientifiche, una competizione che punta anche a "rubare" i cervelli agli altri paesi, a far studiare e a trattenere poi a lavorare il maggior numero di giovani che provengono da altre parti del mondo. Per questo la "fuga" di cervelli, cioè l'emigrazione senza ritorno dei giovani ricercatori italiani, è un danno per il nostro paese.

C'è una gara mondiale a chi laurea più giovani in materie scientifiche

Il Progetto Lauree Scientifiche ha l'obiettivo di migliorare il rapporto degli studenti con le materie scientifiche di base, matematica, fisica e chimica e la scienza dei materiali: in questo modo, dovrebbe crescere il numero di studenti che si iscrivono all'Università ai corsi di laurea corrispondenti.

L'Italia ha bisogno di più cultura scientifica

Il progetto prevede molte iniziative che puntano a far entrare in contatto con la realtà della scienza il maggior numero di studenti possibile, coinvolgendo le scuole, le università, le aziende. Questo libretto è una delle azioni del progetto: attraverso queste pagine vorremmo mostrare la realtà delle opportunità di studio in Italia e all'estero, delle possibilità di lavoro, della ricerca a livello nazionale o





MAI COSÌ TANTI SCIENZIATI SULLA TERRA

Ci sono all'incirca sei milioni di scienziati nel mondo, più di quanti ne siano mai esistiti sommando tutti i secoli prima del 1900. Una crescita impetuosa. Nel 1896 in tutto il mondo gli scienziati non erano più di 50.000. Negli anni '50 del secolo scorso gli

scienziati impegnati nella ricerca erano almeno un milione. Oggi si stima siano sei volte tanti. Nei paesi più industrializzati, negli ultimi dieci anni i ricercatori sono cresciuti quasi del cinquanta per cento. Eppure non bastano mai. Tutti i paesi più

evoluti fanno a gara non solo per formare più ricercatori possibili, ma anche per portare a studiare nelle proprie università i giovani più bravi degli altri paesi.



internazionale. Questo progetto coinvolgerà nell'arco di due anni migliaia di docenti e studenti e lo Stato spenderà per realizzarlo otto milioni e mezzo di euro, cui si aggiungono quasi due milioni messi a disposizione dalle singole Università. In generale il Progetto Lauree Scientifiche promuoverà più azioni di orientamento ed una didattica più attraente per gli studenti delle scuole superiori, l'utilizzo di laboratori per rendere i ragazzi protagonisti dell'apprendimento, stage e tirocini perché gli studenti possano capire meglio quali sono le loro attitudini e un maggiore collegamento del percorso formativo con le opportunità di lavoro. Ci sarà anche un numero consistente di borse di studio a favore delle matricole nei corsi di laurea di Matematica, Fisica, Chimica e Scienza dei materiali.

La "fuga dei cervelli" è un danno

Crisi delle vocazioni scientifiche

Dunque, abbiamo bisogno di ricercatori, di scienziati, di giovani che scelgano questa strada per il loro futuro. Invece sta accadendo qualcosa che ci preoccupa molto. Vogliamo parlarne perché sei un cittadino di questo paese e crediamo che sia giusto chiederti di sapere e di agire per migliorare il nostro presente e il tuo futuro. Quello che vediamo è che in questi anni nelle università italiane sono calate molto le iscrizio-

IL CALO DELLE ISCRIZIONI IN ITALIA

Valori percentuali

	1989	1991	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Chimica	100	-6,9%	-7,2%	-4,9%	—	-43,0%	-25,0%	-17,0%
Fisica	100	+0,4%	+10,0%	-16,0%	-56,0%	-60,0%	-37,0%	-38,0%
Matematica	100	-5,0%	-17,0%	-41,0%	-56,0%	-63,0%	-60,0%	-58,0%

(FONTE: N. Vittorio, Physics: from School to the Job Market, Giugno 2005)

ni ai corsi di laurea in Matematica, Fisica, Chimica, mentre sono ancora pochi gli studenti iscritti ai corsi di laurea di Scienza dei materiali. Negli ultimi 15 anni le iscrizioni a questi corsi di laurea si sono dimezzate. Solo negli ultimissimi anni questo calo si è fermato e c'è stato anche qualche timido aumento di iscrizioni.

Ci sono troppo pochi studenti in Matematica, Fisica, Chimica, Scienza dei materiali

Questo calo di iscrizioni è dannoso per il futuro del nostro Paese, quindi anche per il tuo futuro. Un paese con pochi scienziati è un paese che si impoverisce, che non è in grado di giocare la sua partita per il futuro. Un paese senza scienziati diventa più fragile. Certo, non tutte le discipline scientifiche hanno lo stesso problema. Biologia, biotecnologie, informatica, ad esempio, hanno avuto in questi anni un aumento delle iscrizioni. Questo è positivo, ma come puoi facilmente immaginare, crea uno squilibrio. Ma soprattutto, Matematica, Fisica, Chimica, Scienza dei materiali sono discipline indispensabili per la formazione degli scienziati di base e dei docenti delle materie scientifiche fondamentali. Queste discipline sono anche quelle che permettono di avere, dopo la laurea, un ventaglio di scelte per la formazione successiva.



IL CALO DELLE ISCRIZIONI IN ITALIA

Valori assoluti

	1989	1991	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Chimica	2274	2116	2111	2162	—	1293	1702	1869
Fisica	3216	3228	3559	2698	1299	1428	2018	1974
Matematica	4396	4173	3635	2579	1921	1661	1740	1848

(FONTE: N. Vittorio, Physics: from School to the Job Market, Giugno 2005)



Dunque, in Italia e in Europa gli esperti sono preoccupati, anche perché temono che tra pochi anni avremo una carenza di insegnanti per le materie scientifiche come matematica, fisica, chimica. Occorre che i giovani italiani e europei scelgano il sogno della scienza, ci credano, lo sentano come indispensabile al futuro loro e di tutti. D'ora in poi, per semplicità, parleremo di queste materie come delle materie scientifiche o delle scienze. Ma, è chiaro, ci riferiamo a quattro discipline: matematica, fisica, chimica e scienze dei materiali (una nuova disciplina che sta a metà tra chimica e fisica).

Le aziende assumono facilmente chi studia scienze

Studiare scienze conviene: infatti le iscrizioni calano, ma chi si laurea in queste materie trova lavoro più facilmente di quasi tutti gli altri laureati. Le aziende assumono sempre più giovani con una formazione scientifica e offrono loro delle carriere molto interessanti. Secondo una ricerca fatta dall'Unione delle Camere di Commercio italiane, per esempio, su 100.000 imprese le assunzioni di laureati in materie tecnico-scientifiche aumenteranno con percentuali tra il 6,4 e l'8,7 per cento all'anno.

Anche studiare è più facile: a differenza di molte facoltà affollate, chi fa questi studi ha un contatto più diretto con gli insegnanti, può utilizzare meglio i laboratori, può

DOVE SARANNO GLI SCIENZIATI

I Paesi asiatici stanno investendo moltissimo in ricerca e nella formazione scientifica degli studenti. Le 15 maggiori associazioni di imprenditori americani hanno calcolato che tra quindici anni il 90 per cento degli scienziati lavorerà in Asia.

CHE COSA MANCA ALL'EUROPA

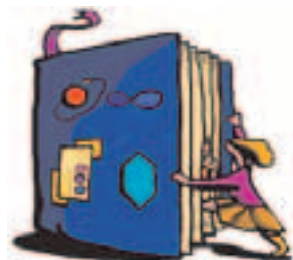
L'Unione Europea ha calcolato che serviranno nel Vecchio Continente altri 700.000 ricercatori da qui ai prossimi quattro o cinque anni. E negli Usa si stima che si creeranno 2 milioni e 200.000 nuovi posti di lavoro nella ricerca entro la

fine del 2010. La Cina sta aumentando il suo investimento in ricerca del 20 per cento ogni anno.

organizzare meglio il proprio tempo. Molte università, poi, organizzano stage nelle aziende italiane e in centri di ricerca italiani e esteri ed è facile seguirne uno.

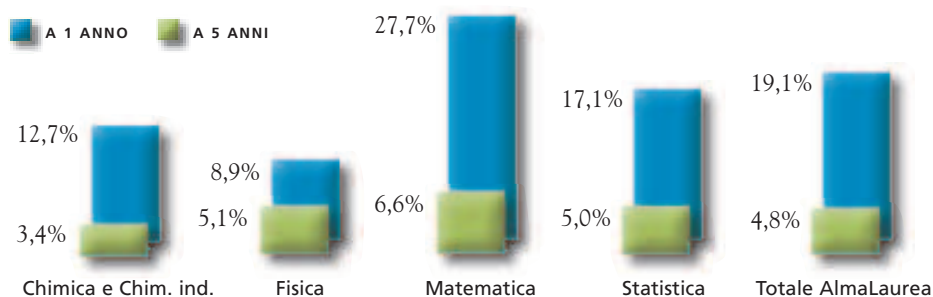
In più studiare queste materie significa trovarsi sulla frontiera della conoscenza, entrare a far parte di una grande comunità internazionale che si scambia idee, scoperte, informazioni, una comunità di gente che viaggia molto e lavora, insegna, impara in tutto il mondo.

Se stai pensando che hai fatto gli studi sbagliati a scuola, che dovevi fare il liceo scientifico per poter poi andare a studiare in una facoltà scientifica, non temere. Non è così. Per due motivi. Il primo, è che qualsiasi scuola superiore ti dà una formazione sufficiente per qualsiasi facoltà scientifica. Per esempio, generazioni di scienziati sono usciti dal Liceo Classico. Il secondo motivo è che quasi tutti i corsi di laurea che richiedono una buona conoscenza della matematica prevedono una verifica iniziale. Serve per capire come sono le tue conoscenze. Se hai qualche lacuna, ci sono dei corsi che permettono di recuperare rapidamente il terreno perduto. Esistono da qualche anno e l'esperienza delle università sono ottime da questo punto di vista: i corsi funzionano bene e permettono davvero di portarsi alla pari.



ASSUNZIONI DI GIOVANI

Tasso di disoccupazione a confronto per i corsi di laurea sostenuti dal MIUR.



(FONTE: ALMALAUREA)

Sappiamo però che questi discorsi possono non bastarti. Magari la scienza ti piace, ti incuriosisce. Vedi qualche programma scientifico alla Tv, leggi una rivista di divulgazione. Eppure ti vengono in mente due motivi per non studiarla che ti sembrano molto forti. Di solito, infatti, alla tua età si pensa che:

- la scienza è troppo difficile, è noiosa
- fare lo scienziato è un privilegio per pochi eletti

Qualsiasi scuola va bene per studiare scienza all'università

Perché molti la pensano così? Nella nostra società non si parla abbastanza della ricerca scientifica, dei mestieri che si fanno grazie alla scienza, del mestiere dello scienziato. I film, la Tv, i giornali ti dicono che la scienza è una specie di libro magico scritto in una lingua complicata, che solo pochi eletti possono capire e che porta a lavori misteriosi nei laboratori. È chiaro che, così, la scienza sembra lontana, astratta dalle cose concrete. Insomma, non sembra realistica o attraente.

Ma guardati attorno: conoscerai facilmente, a partire dai tuoi insegnanti, persone che si sono laureate in materie scientifiche. Non è difficile parlare con loro, non sono persone fuori dal comune.

In realtà la scienza non è più difficile di qualsiasi altro studio universitario. Ha un linguaggio che è il frutto di secoli e secoli di esperienze e di idee, un linguaggio universale, comprensibile da milioni di ricercatori di tutto il mondo.



T E S T I M O N I A N Z E

DAVIDE ERBETTA
SCIENZA DEI MATERIALI

Mi sono iscritto a Scienza dei materiali perché pensavo che il piano di studi mi avrebbe fornito una formazione

ampia, dalla chimica alla fisica della materia, con solide basi di matematica: cioè un'ottima preparazione in scienza dei materiali. E così è stato!

Mi sono laureato nel 1999 e in pochi mesi sono stato contattato da Alcatel Italia

dove ho lavorato un anno. Poi sono entrato in STMicroelectronics, azienda tra le prime nel mondo nel campo della microelettronica, dove lavoro adesso. È un lavoro davvero interessante e stimolante e mi permette di viaggiare in



tutto il mondo! Più volte l'anno vado in altri paesi europei, in America o in Asia, per partecipare a conferenze internazionali, a progetti di collaborazione con altre aziende, università o istituti di ricerca o per lavorare nelle sedi della

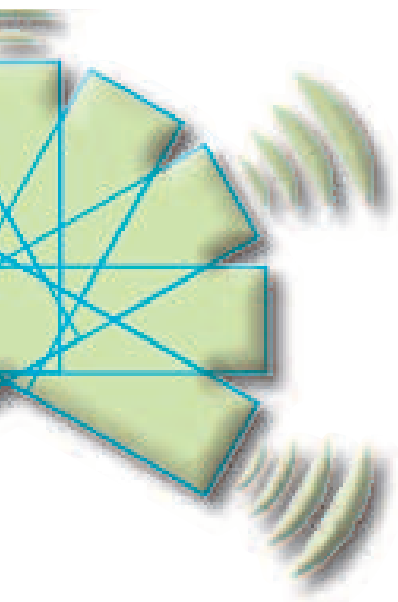
nostra azienda all'estero. La formazione garantita dal corso di laurea in Scienza dei materiali è ideale per chi vuole fare lavori come il mio, perché non solo dà un'ottima preparazione in fisica e chimica, ma soprattutto insegna a

fondere queste due discipline in una sola.

E sono davvero contento di avere fatto questa scelta!

Quindi la scienza è **difficile**? Sì, non è uno studio facile. Ma non è noioso, non è basato sullo studio di testi da imparare a memoria. In ogni caso è molto meno difficile di quello che si pensa. Soprattutto all'università dove spesso è più facile capire perché si studiano alcune cose, a che cosa servono e come si possono utilizzare una volta laureati. E poi, come abbiamo visto, c'è sempre la possibilità, all'iniziare degli studi, di frequentare dei corsi che aiutano a superare eventuali lacune in matematica o in fisica, o in chimica.

La scienza è **noiosa**? Certo, come tutte le cose all'inizio può sembrare noiosa, perché richiede impegno e concentrazione per imparare i concetti fondamentali. Come prendere la patente di guida. Ma chiedi che cosa ne pensa un astronauta, un giovane imprenditore che inventa e produce tecnologia avanzata, o chi sta creando gli oggetti più piccoli che l'uomo abbia mai costruito. La scienza si basa sulla sfida continua per trovare soluzione ai problemi. Che a volte sono come grandi giochi di intelligenza in cui i protagonisti sono da una parte l'uomo e dall'altra la Natura. Insomma, davvero, la scienza è divertente. Il premio Nobel italiano Rita Levi Montalcini, che ha scoperto come crescono le cellule del cervello, racconta sempre che la cosa più sorprendente della sua vita è: «essere stata pagata per fare quello che desideravo fare, cioè scoprire».



La Matematica

Perché ti conviene studiare la matematica? Perché è bella. Perché, come diceva Galileo Galilei, è la lingua con cui è scritta la Natura, dalle stelle che vedi di notte alla struttura della carta che hai davanti. Perché studiando matematica si può tentare una sfida che non è da tutti: rispondere a molte domande fondamentali. Infine, perché potrai anche affrontare un'infinità di problemi pratici.

Le domande fondamentali riguardano la natura stessa di quella che i Greci chiamavano la «scienza razionale dei numeri e delle misure», ovvero la somma dell'aritmetica e della geometria. Subito potresti chiederti, per esempio, se quella dei numeri e delle forme geometriche è vera scienza. Perché, certo, la matematica si occupa di enti astratti e, almeno da Euclide in poi, elabora teorie seguendo un metodo preciso, partendo da pochi principi (i postulati o assiomi) per dedurre in maniera rigorosa una serie lunga a piacere di conseguenze (è il metodo chiamato assiomatico-deduttivo). Questi sono proprio i due elementi che caratterizzano l'attività scientifica. Eppure, a differenza delle scienze naturali, la matematica non ha una verifica sperimentale. Non ha, direbbero i filosofi, regole di corrispondenza con la realtà naturale.

La matematica cerca la propria giustificazione all'interno di se stessa. Nella sua coerenza, nel suo rigore formale, nella sua ineguagliata precisione.

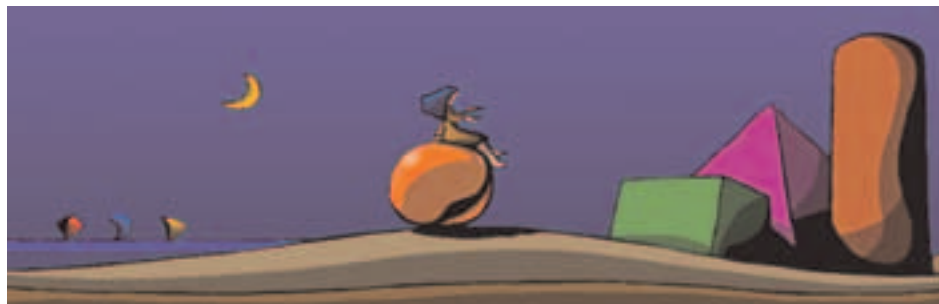


Qual è, dunque, la sua natura? I numeri e le forme geometriche sono entità reali o no? I matematici scoprono o inventano? E se i numeri e le forme geometriche sono reali, com'è che nessuno ha mai incontrato in natura né un 3 né un triangolo? E se non sono reali, ma libere invenzioni dell'uomo, com'è che la matematica risulta così efficace nella descrizione del mondo fisico?

È anche nel tentativo di rispondere a queste domande di natura filosofica che i matematici trovano molti degli stimoli culturali necessari a sviluppare una disciplina antica che ha conseguito straordinari successi negli ultimi secoli. Dalla scoperta dell'esistenza di geometrie diverse da quella di Euclide alla scoperta di quel calcolo differenziale che ha consentito ai fisici di scoprire le leggi che governano il mondo reale. Compreso il calcolo differenziale assoluto, elaborato dal matematico italiano Gregorio Ricci Curbastro, che ha permesso ad Albert Einstein di proporre a sua volta la teoria fisica della relatività generale.

La verità è che la gran parte della conoscenza scientifica che abbiamo acquisito negli ultimi secoli si fonda sulla matematica. Sulla sua rigorosa logica formale, che la rende un modello per tutte le scienze. Anzi, la regina di tutte le scienze.

Ma perché la matematica funziona nel descrivere il mondo reale? La straordinaria efficacia dimostrata dalla matematica, e dalla geometria in particolare, nel descrivere l'universo ha sempre stupito



non solo i matematici, ma anche i fisici. A partire da Galileo Galilei, che nel XVII secolo ne deduceva: la natura è un libro, scritto da Dio, «in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche». Per continuare fino ai fisici moderni. «Il matematico – scriveva il premio Nobel per la fisica Paul Dirac – fa un gioco di cui è lui stesso a inventare le regole, mentre il fisico fa un gioco le cui regole sono fornite dalla Natura; al passare del tempo diventa sempre più evidente che le regole che il matematico trova interessanti sono quelle stesse che ha scelto la Natura». Perché? La questione è ancora aperta. Aspetta qualcuno (magari proprio tu che stai leggendo) che aiuti a dipanarla. Intanto però la matematica *funziona*. Non solo nella descrizione del mondo fisico. Funziona così bene che la matematica viene usata e, quindi, trattata come serva da tutte le scienze – non solo dalla fisica, ma anche dalla chimica, dalla biologia, dalle neuroscienze, dall'ecologia, persino dalle scienze umane – e, oggi, trova impiego anche nella gran parte dei settori tecnologici. E, sì, l'astratta matematica serve non solo per *conoscere*, ma – se bene applicata – serve anche per *fare*.

Per fare ingegneria. I grandi edifici, i ponti più arditi, gli aerei e le navi vengono ormai progettati da ingegneri e architetti insieme ai matematici. Persino le vele delle barche che si contendono la Coppa America non sono il frutto solo di nuovi materiali, ma anche di nuovi calcoli.

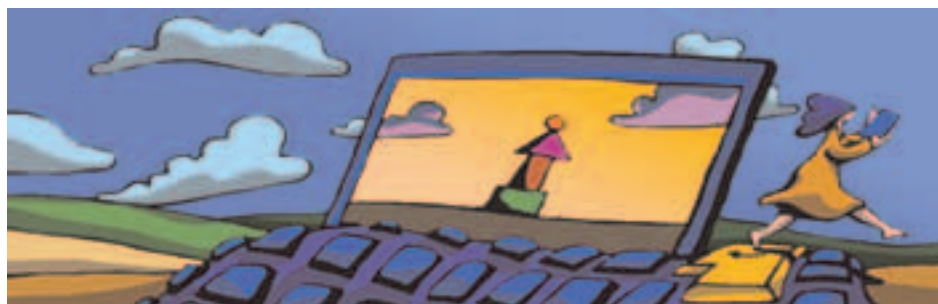
Per fare economia. L'applicazione della matematica in economia è tale che, ormai, l'e-



conomia potrebbe essere considerata una branca della matematica applicata. È certo, per esempio, che l'analisi matematica dei fenomeni economici ha fatto nascere una nuova disciplina, l'econometria. E che i matematici, con le loro simulazioni, sono molto richiesti quando si tratta di prevedere l'evoluzione della Borsa o l'andamento dei titoli di stato.

Per fare biologia. In questi ultimi decenni le applicazioni della matematica in biologia e in ecologia hanno subito una rapida accelerazione. Oggi è solo con l'aiuto dei matematici che i biologi possono pensare di sequenziare il Dna e i biochimici possono pensare di progettare un nuovo farmaco.

Per fare cinema o pittura. La matematica applicata è, per l'appunto, applicata non solo in ogni tipo di laboratorio e in ogni tipo di industria ma persino in molti settori dell'arte. La matematica la troviamo al cinema. Non solo quando il cinema racconta la storia degli "eroi dei numeri", come John Nash o Renato Caccioppoli. Ma anche quando ci propone i più straordinari effetti speciali, costruiti al computer da abili matematici. Già, perché il luogo dove la matematica applicata ha ottenuto di recente il suo più clamoroso successo è, come avrai intuito, il computer insieme a tutte le tecnologie informatiche. Il suo funzionamento è letteralmente fondato sui numeri e sulla logica numerica. D'altra parte il computer, con la sua straordinaria potenza di calcolo, consente l'uso di nuovi strumenti matematici per la soluzione di problemi complessi in ogni settore dello scibile umano.



La potenza del calcolo numerico sviluppato al computer è tale che è nato un nuovo modo di fare scienza: la simulazione. Grazie ai modelli matematici che girano nei computer, gli scienziati possono effettuare esperimenti impossibili: cercare cosa c'è nelle viscere di Giove (un computer avrebbe dimostrato che ci sono grossi diamanti) o prevedere l'evoluzione del clima del pianeta Terra.

In realtà tutta la matematica impiegata in maniera crescente in ogni campo passa attraverso il computer e ne sfrutta la potenza di calcolo. Tanto che potremmo dire che oggi la matematica applicata è «figlia di suo figlio», il computer. In ogni caso è tra i chip che la matematica sta dimostrando, ancora una volta, di essere «la regina e la serva» di tutte le scienze e, ormai, di tutte le tecniche.

La Chimica

La chimica è forse il più antico tra i saperi dell'uomo. Perché nasce, come pratica, decine di migliaia di anni fa, non appena la specie *sapiens* riesce a controllare il fuoco e le trasformazioni della materia che produce. La chimica come scienza, tuttavia, è molto più giovane e nasce, sostengono molti storici, solo nel XVII secolo dell'era cristiana. Quando il sapere chimico si affranca dall'esoterismo del sapere alchemico e si propone come scienza fondata sulle «sensate esperienze» e sulle «certe dimostrazioni», utilizzando come strumento principe la bilancia.



Ma di cosa si occupa questo nuovo eppure antico sapere? «La chimica è un'arte – scriveva nel 1610 il farmacista francese Jean Beguin in un libro, *Tyrocinium Chemicum*, che può essere considerato uno degli atti fondativi della nuova scienza – il cui oggetto è il corpo misto e composto, non in quanto mobile, perché sotto questo aspetto esso appartiene alla fisica, ma in quanto è solubile e coagulabile».

Jean Beguin individua uno spazio tra la scienza che studia i corpi e il loro moto, la fisica, e la scienza che studia la materia vivente, la medicina (oggi la chiameremmo biologia). Questo spazio riguarda i corpi misti e composti, cioè tutta la grande varietà di materia con la quale abbiamo a che fare nella nostra vita quotidiana, ma non in quanto mobile, cioè in quanto materia che si muove. Se si muove, dice, è un problema dei fisici. A noi interessa la materia solubile e coagulabile, cioè la materia che si trasforma. Come un albero, bruciando, diventa in parte gas (anidride carbonica) e in parte liquido (acqua). Come un acido aggressivo (l'acido solforico) reagisce con un metallo inerte, per esempio il rame, e insieme si trasformano in un sale: il solfato di rame, efficace nella lotta a un fungo, la peronospora, che attacca la vite.

Alla fine dell'Ottocento i chimici hanno già riconosciuto la natura atomica e molecolare della materia che manipolano. E i chimici conoscono le leggi fondamentali che regolano la struttura e le trasformazioni della materia. Riescono a predire l'esistenza e persino il comportamento degli atomi e delle molecole.



Ma non sanno ancora bene né cosa sia un atomo o una molecola, né quali siano le cause di quei comportamenti.

La svolta si realizza tra il 1916 – quando Gilbert Newton Lewis propone che il legame chimico consista in una coppia di elettroni condivisa da due diversi atomi – e la fine degli anni Venti, quando i fisici gettano le fondamenta fisico-matematiche della nuova meccanica quantistica, cioè della scienza che spiega il comportamento della materia a livello microscopico. Così nel 1939 il chimico americano Linus Pauling può pubblicare un libro, *The Nature of Chemical Bond*, dove può finalmente spiegare, in termini quantistici, che cos'è il legame chimico, ovvero come e, soprattutto, perché gli atomi si combinano tra loro per formare molecole.

La chimica però si occupa anche delle proprietà collettive della materia. Ovvero di proprietà che non sono la semplice somma delle proprietà degli oggetti che la compongono.

L'acqua che beviamo, lo sanno tutti, è un liquido. Ma nessuna singola molecola d'acqua è liquida. La «liquidità» è una proprietà collettiva delle molecole d'acqua, una caratteristica che emerge quando molte molecole di acqua si riuniscono insieme in certe condizioni ambientali (tra 0 e 100 °C di temperatura alla pressione di un'atmosfera).

In questo secolo la chimica ha anche assunto il ruolo di scienza di base per molte altre discipline che si sono sviluppate partendo dai suoi principi. La conoscenza chimica è infatti uno strumento, un linguaggio, una filosofia naturale, utilizzata da tutte le



altre scienze. In questo senso oggi la chimica è uno strumento per il lavoro scientifico, così come da tempo lo sono la matematica e la fisica.

Nelle scienze dei materiali e nelle cosiddette nanotecnologie, per esempio. Per tutto il XX secolo e, ancor più, adesso la chimica ha prodotto e continua a produrre nuovi materiali che hanno profondamente modificato e migliorato il nostro modo di vivere: dalla plastica alle gomme, dai fertilizzanti per l'agricoltura ai medicinali di sintesi, dalle nuove leghe metalliche, alle ceramiche, alle fibre di carbonio. Oggi le nanotecnologie sono considerate – insieme alle biotecnologie e alle tecnologie informatiche – il triangolo su cui si fonda la società (e l'economia) della conoscenza. Le nanotecnologie altro non sono che chimica applicata a livello atomico e molecolare.

La moderna biologia, peraltro, è biologia molecolare. E quest'ultima altro non è che un modo diverso di chiamare la "chimica biologica", inaugurata da Lavoisier alla fine del XVIII secolo. D'altra parte le cellule sono delle vere e proprie fabbriche chimiche, in cui in maniera incessante le molecole vengono metabolizzate (distrutte) e sintetizzate (prodotte). Tutte le biotecnologie, pertanto, sono una speciale applicazione della chimica.

La verità è che troviamo la chimica – e i chimici – dappertutto. Nello spazio, per esempio. Dove una speciale disciplina, l'astrochimica, guarda al cosmo come a un produttore di sostanze chi-



miche semplici e complesse. Gli astrochimici hanno individuato centinaia di composti «fabbricati» sui pianeti, sulle comete e sugli asteroidi, persino nelle nuvole galattiche. Alcuni nuovi composti, come i cosiddetti "fullereni" sono stati poi sintetizzati sulla terra per ottenere nuove applicazioni.

Ma la chimica la troviamo, eccome, anche sulla Terra. La "chimica ecologica" è uno strumento indispensabile per gli scienziati che cercano di capire le relazioni tra gli esseri viventi e l'habitat in cui vivono. E sempre la chimica è lo strumento indispensabile per capire come funziona il pianeta Terra e, in particolare, quella sua piccola ma decisiva parte che chiamiamo biosfera. È grazie ai lavori di grandi chimici – da Svante Arrhenius all'inizio del XX secolo a Crutzen, Molina e Rowland alla fine del secolo – che abbiamo capito come funziona il clima del pianeta Terra e come l'uomo, con i suoi comportamenti, ne sta accelerando le dinamiche.

Certo, un uso improprio dei nuovi composti sintetizzati dai chimici, o dei metodi di produzione troppo rivolti al profitto e poco attenti alle conseguenze, hanno avuto ed hanno tuttora un forte impatto ambientale. Ma è anche vero che per limitare questo impatto c'è bisogno di tutto il sapere e di tutto l'impegno dei chimici, e di una maggiore conoscenza della chimica e consapevolezza del suo modo di operare da parte di tutta la società.



La Fisica

La fisica è, come tutte le scienze, un tentativo di spiegare il mondo (e, non a caso, *fisica*, in greco significa *natura*). Tuttavia la fisica, scrive il fisico Paul Davies, è la più ambiziosa delle scienze, perché ha a che fare con tutta la realtà e perché il suo fine ultimo è di codificare le leggi della natura. E, di fatto, il laboratorio del fisico è l'intero universo, dove egli indaga dai più grandi ammassi di galassie ai più piccoli frammenti di materia.

La fisica, come tentativo di spiegare il mondo, nasce con i filosofi che in Grecia, intorno al V secolo a.C., scoprono la «potenza della ragione». Aristotele chiama fisica lo studio della natura. La sua è filosofia della fisica, non è scienza fisica. La ricerca fisica di tipo scientifico nasce dopo Aristotele, nel periodo ellenistico anche se bisognerà aspettare Galileo e Newton perché si affermi il metodo scientifico. È in quest'epoca infatti che i fenomeni naturali iniziano a essere indagati e spiegati in termini di teorie generali, elaborate attraverso un metodo e verificate con esperienze dirette.

È grazie all'alleanza strettissima con la matematica (l'universo è un libro scritto nella lingua della matematica e le sue lettere sono punti, linee, cerchi e triangoli diceva Galileo) che la fisica diventa la "scienza esatta" per eccellenza. E un modello per tutte le altre scienze. Nel medesimo tempo inizia un processo di progressiva unificazione delle discipline fisiche. Newton unifica la fisica dei cieli e la fisica della Terra. Faraday e poi Maxwell



unificano l'ottica e il magnetismo. Così che nel tempo la fisica assume sempre più il carattere di scienza unitaria e coerente. All'inizio del XX secolo pochi dubitano che il mondo fisico possa essere descritto da un'unica teoria generale, in grado di cogliere l'intima unità della natura.

La scena cambia, piuttosto repentinamente, all'inizio del '900. Tra il 1905 e il 1916, Albert Einstein elabora la sua teoria della relatività da cui emergeranno discipline nuove (l'astrofisica è ormai, a tutto titolo una scienza sperimentale e non più solo osservazionale come a lungo è stata l'astronomia). E sul finire degli anni '20 un gruppo di fisici elabora la meccanica quantistica. Le due teorie, ritenute oggi le teorie fondamentali della fisica, cambiano in profondità i concetti portanti della fisica e persino della filosofia. In ogni caso, all'inizio del XX secolo la fisica si allontana drammaticamente dal nostro senso comune. Tanto che qualcuno parla, a proposito di quella del '900, come di una «nuova fisica». Fatto è che in meno di un secolo lo sviluppo della nuova fisica ha ridisegnato la percezione che noi abbiamo dell'universo.

Oggi, con la relatività generale, la fisica descrive molto bene il comportamento a larga scala della materia e dell'energia cosmica. Con precisione ancora maggiore la meccanica dei quanti descrive il comportamento della materia e dell'energia a livello microscopico. Di recente i fisici, grazie ai computer, hanno iniziato a studiare il comportamento dei sistemi più complessi. Non c'è dubbio che nell'ultimo secolo la fisica ha aumentato la sua capacità di spiegare i fenomeni natura-



li in un modo che forse non ha precedenti. Tuttavia il lavoro non è finito.

Le due grandi teorie fondamentali della fisica, la relatività generale e la meccanica quantistica, risultano ancora non conciliabili tra loro ma entrambe sono vivacissime. È solo grazie alle correzioni della relatività generale che il sistema GPS (*Global Positioning System*) riesce a localizzare un corpo sulla terra con pochi metri di errore. Se non fosse per la relatività generale, l'errore sarebbe dell'ordine della decina di chilometri. Quanto alla meccanica quantistica, i suoi successi e le sue verifiche sperimentali fanno ritenere che entro tempi ragionevoli avremo la crittografia quantistica, che i computer quantistici saranno il punto finale dell'informatica e, lasciateci sognare, chi sa che il teletrasporto non venga prima o poi realizzato. Cosicché, se il sogno di una spiegazione unitaria del mondo fisico resta ancora da realizzare, tutti sperano che prima o poi l'antico sogno si realizzerà. Molti attendono un nuovo Einstein capace di illuminare finalmente l'intera cattedrale della fisica.

In attesa di questa nuova (e definitiva?) unificazione, i fisici continuano con successo a «spiegare il mondo». Oggi, sappiamo di vivere in un universo in espansione nato circa 14 miliardi di anni fa da una grande esplosione, un Big Bang, che ha creato non solo la materia e l'energia, ma anche lo spazio e il tempo. Nell'ultimo secolo le scienze dei cieli, la cosmologia e l'astrofisica, hanno profondamente modificato la nostra idea del cosmo. All'altro lato della scala, le microtecnologie prima



e ora le nanotecnologie promettono sviluppi e scoperte del tutto sensazionali e, a modo loro, non meno fondamentali. Ma anche in questi casi il lavoro è tutt'altro che finito. Anzi, in un certo senso è appena cominciato, basti pensare che ancora non conosciamo di che materia è fatto il 90% e oltre dell'universo.

Ma la fisica annuncia di voler realizzare grandi cose anche nel mondo alla nostra scala, ampliando le conoscenze sulla materia e, quindi, la possibilità di produrre nuovi materiali. Nel mondo dell'infinitamente piccolo: cercando le particelle elementari e le forze fondamentali. Nel mondo dell'infinitamente complesso: dando un contributo decisivo alla conoscenza di sistemi, per l'appunto, complessi come il clima terrestre o addirittura come il nostro cervello. Nel mondo di tutti i giorni, fornendo sempre nuove tecnologie alla fisica medica per salvare vite umane. Nel mondo degli affari fornendo modelli che vengono applicati allo studio degli sviluppi dell'economia e della finanza. Ed è la fisica delle ultime generazioni che ha fornito (gratis) il nuovo mezzo di comunicazione (il web) che ha rivoluzionato la vita quotidiana dell'uomo del 2000 così come quella delle generazioni che ci hanno preceduto aveva fornito l'elettricità che ha cambiato la vita dell'uomo del Novecento.

I fisici sono in prima linea nella ricerca della cosiddetta intelligenza artificiale. Ricerche che riguardano anche la nostra naturale intelligenza. D'altra parte lo avevamo detto: la fisica è la più ambiziosa di tutte le scienze.



La Scienza dei materiali

Prova a guardarti intorno. E a chiederti di quali materiali sono fatti gli oggetti che ti circondano. C'è un tavolo di legno, certo. I libri di carta. Il divano con le sue stoffe. La bottiglia di vetro. Il lavello di alluminio. Materiali antichi, usati per secoli e millenni. Ma il tuo computer è fatto di chip al silicio e contenuto in un supporto di plastica. Così come il tuo televisore. E anche le immagini che appaiono sul video – la carrozzeria della Ferrari, la vela di Luna Rossa, la tuta del campione di atletica – ti suggeriscono che nella tua vita quotidiana come nello sport, in ufficio, in fabbrica, in auto, oltre a materiali antichi ti ritrovi accanto, senza più accorgertene, nuovi materiali. Materiali che, appena un secolo fa non esistevano e che oggi sono considerati parte, appunto, della vita quotidiana. Si tratta di materie plastiche, di materiali semiconduttori, di ceramiche. Le plastiche, le ceramiche, i semiconduttori realizzati da chimici e da fisici nei laboratori di "scienza dei materiali".

Una scienza, certo, antica. Perché è scienza dei materiali quella che ha consentito all'uomo, alcuni millenni fa, di lavorare i metalli e il vetro. Ma una scienza che ha avuto un'accelerazione straordinaria negli ultimi decenni. Tanto che spesso il XX secolo è stato definito il secolo di plastica o il secolo del computer.

Questa accelerazione ha prodotto materiali nuovi (polimeri di vari tipi; semiconduttori, conduttori e, oggi, persino superconduttori; ceramiche raffinatissime). Ma ha pro-



dotto anche un nuovo modo di vivere. E uno sviluppo senza precedenti dell'economia.

Nel XX secolo l'evoluzione nel campo della produzione e dell'uso di nuovi materiali ha assunto ritmi e dimensioni mai visti in precedenza. Tanto che oggi esiste una relazione molto stretta tra crescita economica e progresso nella scienza dei materiali. È stato calcolato che nei paesi a economia avanzata l'attività nel campo dei materiali innovativi (inclusendo quelli elettronici, magnetici, ottici, per usi energetici, catalitici e ambientali) contribuisce in modo diretto o indiretto a formare circa il 30 o addirittura il 40% della ricchezza di una nazione. La domanda in continua crescita da parte dell'industria di materiali con proprietà ben definite spinge i ricercatori a migliorare le caratteristiche di sistemi noti, a scoprire materiali nuovi o loro fasi, nonché nuove tecniche di preparazione e di caratterizzazione, in un approccio integrato in cui competenze diverse – le competenze dei chimici, dei fisici, degli ingegneri – si integrano e si arricchiscono a vicenda.

La scienza dei materiali non è solo la scienza del presente. È anche la scienza del futuro. Molti sostengono che l'economia della conoscenza che stiamo creando sarà fondata sulle nanotecnologie, cioè su una scienza dei materiali sempre più raffinata, oltre che sulle tecnologie informatiche e sulle biotecnologie. Costruire il futuro significherà, letteralmente, costruire i materiali che verranno usati nei prossimi anni. Il corso di laurea in scienza dei materiali te ne offre l'opportunità.



Conoscenza, ricerca, produzione lavoro

Se sceglierai di studiare materie scientifiche, è importante che tu sappia che la vita dello scienziato può essere bella e allo stesso tempo normalissima: non è un'alternativa tra diventare un genio alla Einstein o un fallito. Puoi fare un lavoro appassionante, ma anche partire dalle conoscenze per costruire, come è accaduto a migliaia di ricercatori, una tua azienda innovativa, una professione di successo, una carriera di insegnante che forma le nuove generazioni. E puoi vivere nel più internazionale degli ambienti dove le barriere tra le persone sono sempre state le più labili.

In ogni caso, fare lo scienziato – o eventualmente il ricercatore, per usare la parola che gli scienziati utilizzano per indicare se stessi – è solo uno dei possibili lavori dopo una laurea scientifica. Ci sono molti mestieri che si affrontano meglio se si ha una solida base di conoscenze in fisica, chimica, matematica. E tanti di questi mestieri non li immagineresti nemmeno.

Una laurea scientifica ti apre la porta a mille mestieri diversi

Se vuoi davvero sapere di che cosa si tratta quando si parla di carriera scientifica, devi abbandonare l'immagine dello scienziato che va per la maggiore: un tipo con gli occhiali sul naso, il camice addosso e un carattere silenzioso e schivo.



UNA COMUNITÀ RISPETTATA

La comunità degli scienziati italiani è tra le più importanti del mondo. Ci sono delle classifiche internazionali che lo dicono, come quella importantissima che calcola quante pubblicazioni scientifiche vengono fatte, in media, da ogni ricercatore.

In questa classifica l'Italia è ai primissimi posti. In termini tecnici si dice che i ricercatori italiani sono "molto produttivi".



OLIMPIADI DELLA MATEMATICA: GLI ITALIANI MIGLIORANO

La squadra italiana alle Olimpiadi della matematica di Città del Messico, alle quali hanno partecipato oltre novanta Paesi, ha ottenuto il miglior risultato degli ultimi anni, classificandosi al ventiquattresimo posto. La squadra era composta da

una ragazza di 16 anni, Maria Colombo di Varese, e dai diciottenni Stefano Attanasio e Francesco Cavazzani di Roma, Luca Barbieri di Milano, Simone De Marino di Pescara e Gabriele Negro di Udine. Nel 2000 l'Italia si era classificata al cinquantesimo posto.



Lo scienziato crea, inventa, esplora, si diverte. Certo, non è un mondo facile il suo: c'è molta competizione, in generale, viene pagato poco, a volte è costretto ad andare a lavorare all'estero. Ma è anche uno che può scegliere di andare a studiare e a lavorare nei laboratori o nelle aziende più prestigiosi del mondo, partecipare a grandi imprese internazionali, dedicarsi per tutta la vita alle cose che lo appassionano di più. È un mestiere bellissimo. Si può, per esempio fare esclusivamente ricerca, ma cambiare nel corso della propria carriera i progetti su cui si lavora e cercare le occasioni più interessanti che vengono offerte da strutture pubbliche (come le università o i centri di ricerca) o private (le aziende, grandi e piccole), nel tuo paese o ovunque nel mondo. Perché la scienza parla su tutta la Terra una sola lingua. Quindi, la laurea in materie scientifiche ti apre le porte di qualsiasi paese del mondo.

La scienza parla su tutta la Terra una sola lingua

Però può essere ancora difficile capire con precisione che cosa fa chi si laurea nelle materie scientifiche. Un fisico, o un matematico, o un chimico: che cosa fanno davvero? Sì, d'accordo, possono andare in un laboratorio, in un osservatorio astronomico, o, per fare un altro esempio, passare la vita a immaginare nuove dimensioni matematiche.

Ma è davvero tutto qui? La risposta è no. Il mondo è cam-



T E S T I M O N I A N Z E

MICHELE MAGISTRETTI
SCIENZA DEI MATERIALI

Al quarto anno di studio in scienza dei materiali sono stato in Germania, alla Technische Universität

München, grazie ai progetti di scambio europeo, e là ho svolto anche la maggior parte della tesi di laurea. Mi sono laureato nel maggio del 2002. Da tre anni lavoro nella ricerca e sviluppo in una grande ditta di microelettronica dove mi

occupo di sviluppare prototipi di memorie non-volatili, come quelle che si trovano nei cellulari o nelle centraline delle auto. In particolare mi occupo di memorie di nuova generazione chiamate Phase Change Memory. Durante il

biato. I lavori che vengono offerti ai laureati in queste discipline sono diventati molti, diversi e in molti casi affascinanti. Pensa solo alle barche che partecipano alle grandi regate internazionali come la Coppa America: sono realizzate in materiali che debbono essere progettati apposta e che non si costruiscono senza che intervengano scienziati esperti di fisica della materia, di dinamica dei fluidi, di modelli matematici, di chimica.

Vuoi altri esempi? Tra le persone più apprezzate nella grande finanza internazionale ci sono i matematici e i fisici che sanno prevedere gli andamenti delle borse del pianeta. E poi ancora altri mestieri possibili: costruire modelli che permettano previsioni del tempo sempre più accurate, per capire se il clima sta cambiando e come, per proteggere l'ambiente naturale. Dirigere la comunicazione con i clienti di un'industria chimica. Progettare materiali ultrasensibili per prodotti del futuro che vanno dalle automobili con la cellula di sopravvivenza agli skateboard da competizione.

Potrai costruire barche da regata o combattere il cancro con nanoparticelle

Pensa a tutti i temi di cui si inizia a parlare anche nei romanzi e nei film di grande successo, come ad esempio le nanotecnologie. Cioè la costruzione di dispositivi non più grandi di qualche milionesimo di metro. Possono essere

corso di laurea ho imparato a guardare ai materiali nella loro completezza, a cogliere gli aspetti affascinanti delle loro proprietà ottiche, elettriche e strutturali e delle loro relazioni. Per questo oggi lavoro nella microelettronica, un settore

sempre presente nella nostra vita, nel quale le caratteristiche dei materiali sono alla base della possibilità di costruire continuamente oggetti nuovi.



progettate per combattere il cancro aggredendo le cellule malate dall'interno, come un minuscolo comando, ma possono servire anche per sviluppare la produzione di idrogeno che molti pensano sarà la fonte di energia che nel futuro sostituirà il petrolio.

Ma qui ti chiediamo di fare un salto nel tuo modo di pensare, perché, altrimenti, ti potrebbe sfuggire un motivo importante per studiare le scienze. Quando si parla di studio e lavoro, si pensa subito al fatto che l'università possa preparare a una professione precisa, a cui poi si è legati per tutta la vita. Tutt'al più ci può essere qualche variante, ma il mestiere è quello. Quello che accade invece a chi studia soprattutto (ma non solo) le materie scientifiche di base, è che non sa fare un solo mestiere. Diventa un competente. Cioè una persona con competenze vaste, che permettono di occuparsi di cose anche molto diverse tra loro. Perché la sua prima competenza è risolvere i problemi complessi sapendo come si crea un modello, come si calcolano le varianti, come si fanno le misure... È questa la formazione che un laureato in scienze acquisisce.

Tanto che qualcuno, per scherzare, dice che i laureati in queste materie sono soluzioni in cerca di problemi. Perché una laurea scientifica ti fa diventare una persona capace di risolvere i problemi nuovi, quelli che ancora non conosciamo ma che probabilmente dovremo affrontare. Come diceva il filosofo della scienza, Karl Popper: "Uno scienziato è uno studioso di problemi, non di discipline". Questo ti



T E S T I M O N I A N Z E

LUISA DE COLA
CHIMICA

Mi sono laureata in chimica a Messina. Subito dopo sono andata a Richmond (in Virginia, negli Stati Uniti)

dove ho passato 18 mesi. Là ho avuto l'opportunità di imparare tanta chimica e soprattutto l'inglese. E ho capito che per fare la scienziata ci vuole curiosità anche verso cose apparentemente lontane fra loro.

Rientrata in Italia, ho iniziato la mia carriera al Consiglio nazionale delle ricerche e poi sono diventata ricercatore al Dipartimento di chimica dell'Università di Bologna. Da allora mi occupo di fotochimica, cioè dell'interazione della luce



con la materia. Adesso sono professore all'Università di Muenster in Germania. Ma lavoro anche con la Philips Research, per lo studio di sistemi che emettono luce in risposta a un impulso elettrico, oggi utilizzati per la creazione di schermi e

televisori. Inoltre, insieme a un'industria biochimica, studio i sistemi luminescenti per fare diagnosi che tra pochi anni saranno usati dai medici per riconoscere gli organi e la loro funzione. Insomma, nelle nostre ricerche si mescola un po' di

tutto: chimica, fisica, scienza dei materiali, biologia... e noi chimici lavoriamo sempre di più anche con altri scienziati, come fisici, ingegneri, medici. Tutti insieme contribuiamo all'innovazione scientifica. E ci divertiamo un sacco.

proponiamo di diventare: una persona che saprà risolvere i problemi. Qualsiasi problema, da quello che nasce in un progetto dedicato a costruire il nuovo quartiere di una città alle difficoltà di disegnare le caratteristiche di un oggetto tecnologicamente avanzato.

Del resto, anche le imprese italiane hanno bisogno di giovani con competenze che permettano di affrontare problemi complessi. E questo per un motivo semplice da capire: i prodotti e il modo di farli non rimangono fermi nel tempo. Anzi, tutto invecchia rapidamente. Pensa solo a come sono cambiati negli ultimi dieci anni gli strumenti che utilizzi per sentire la musica, per vedere un film, per comunicare.

Lo scienziato studia problemi, non discipline

Le aziende che vogliono stare al passo con i tempi devono cambiare, ma lo faranno con maggior fatica – o addirittura non ci riusciranno – se contano su persone con una formazione troppo rigida, poco capaci di cambiare le loro idee, persone che rifiutano le nuove conoscenze invece di cercarle. Un laureato in un corso di laurea scientifico di base, come matematica, fisica, chimica, con le sue competenze, è proprio quello che ci vuole: cercare il nuovo, capirlo e adattarlo è proprio quello che viene insegnato e imparato. Ed è quello che serve alle aziende: non a caso assumono sempre più personale che ha alle spalle studi di questo tipo.



T E S T I M O N I A N Z E

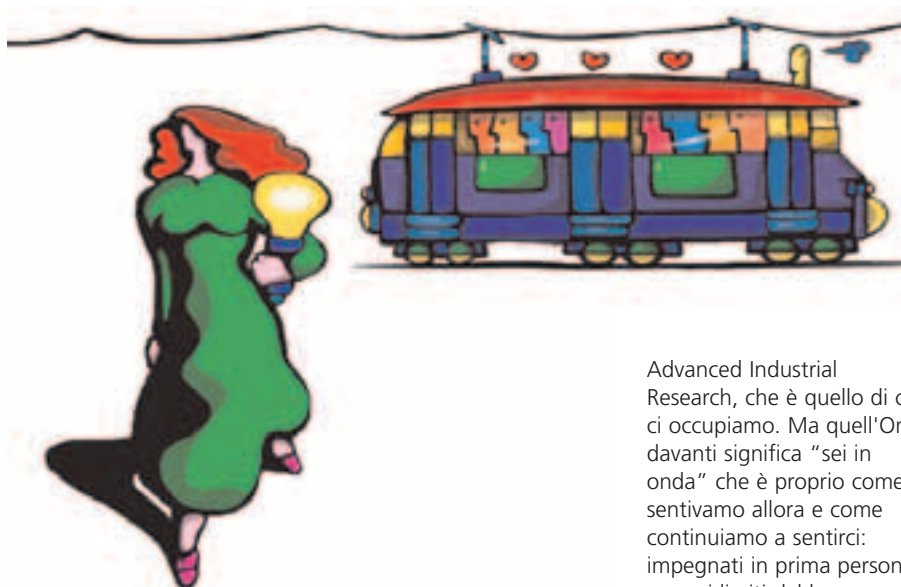
MAURA MAZZARELLO
MATEMATICA

Quando mi sono laureata in matematica non avevo un'idea precisa di ciò che avrei potuto fare dopo. Non

pensavo a un uso concreto dei miei studi, anche perché avevo scelto apposta un percorso il più possibile lontano dalla realtà applicativa: non avere davanti una strada precisa per me significava averne infinite.

Poi, piano piano, ho trovato la mia strada: l'elaborazione simbolica applicata a problemi reali, cioè l'analisi di problemi concreti. La cosa stimolante è che si trattava di argomenti che, all'inizio, non conoscevo affatto: diagnostica dei guasti nelle

E non esiste solo la produzione industriale: il mondo della produzione è sempre più complesso, e ha dato vita a figure nuove, che necessitano sempre di solide conoscenze scientifiche. Alle aziende non basta produrre, occorre occuparsi anche di ambiente, salute, normativa tecnica, sistemi di certificazione, sicurezza, proprietà intellettuale, controllo di qualità, relazioni internazionali, gestione delle risorse, logistica. E per queste professioni sono necessarie persone con cultura scientifica. Come vedi, quindi, "competenze" è una parola chiave. La incontrerai ancora in questa pubblicazione.



reti di distribuzione dell'energia elettrica, controllo del processo di stagionatura del prosciutto crudo, regolazione del traffico ferroviario. Così, dopo aver lavorato anche in grandi aziende di elettronica e nella

multimedialità, ho dato vita ad On AIR, una piccola società di consulenze, che ho fondato dieci anni fa con un'amica ingegnere. È un progetto entusiasmante, da costruire giorno dopo giorno. Il nome lo abbiamo scelto quasi per gioco: AIR sta per

Advanced Industrial Research, che è quello di cui ci occupiamo. Ma quell'On davanti significa "sei in onda" che è proprio come ci sentivamo allora e come continuiamo a sentirci: impegnati in prima persona, senza i limiti del lavoro dipendente. Il mio lavoro mi piace, le giornate si snodano intense fra problemi tecnici, organizzativi, progettuali, che affrontiamo fra amici, in un ambiente informale e divertente. E ho la soddisfazione di vedere che l'intuizione (o la sfida) di dieci anni fa è diventata una realtà.

Le statistiche

È vero, studiare può essere duro e faticoso, come del resto tutte le attività che si svolgono con serietà e professionalità. Ma è ancora più vero che lo studio è un investimento, quella risorsa che può garantirti un futuro sereno e tranquillo. Studiare rende, insomma. E lo dimostrano anche i numeri: man mano che nel nostro Paese aumenta il livello di istruzione, si abbassa il numero di giovani alla ricerca di un lavoro.

Se guardiamo ai ragazzi che si sono appena diplomati, vediamo come sia grande questa differenza. Tra quelli che cercano lavoro subito dopo la licenza media, il 34% - uno su tre - non riesce a trovarlo. Chi invece cerca un'occupazione subito dopo il diploma di scuola secondaria è più fortunato: solo uno su quattro non ci riesce. Ma i migliori sono i laureati: solo uno su cinque dei giovani tra 25 e 29 anni in possesso di un titolo accademico è a caccia di un'occupazione. Tra gli adulti, poi, il divario aumenta an-

STUDIO E LAVORO

Tasso di disoccupazione per titolo di studio, classe di età, sesso e ripartizione geografica. Anno 2003

	Licenza media	Diploma di scuola superiore	Titolo universitario	
	15-19 anni	20-24 anni	25-29 anni	30-34 anni
SESSO				
Maschi	30,7	22,7	19,1	7,3
Femmine	41,1	28,0	21,1	10,9
<i>Totale</i>	<i>34,7</i>	<i>25,3</i>	<i>20,2</i>	<i>9,2</i>
RIPARTIZIONE GEOGRAFICA				
Nord-ovest	20,8	11,5	9,8	3,7
Nord-est	14,0	7,5	11,4	4,7
Centro	28,2	21,0	19,9	8,9
Mezzogiorno	55,0	50,8	40,2	18,9
<i>Italia</i>	<i>34,7</i>	<i>25,3</i>	<i>20,2</i>	<i>9,2</i>

(FONTE: ISTAT, Rilevazione trimestrale sulle forze di lavoro)

cora: i disoccupati sono sei volte più numerosi tra chi si è fermato alla licenza media che tra i laureati. E soltanto in poco più di un caso su cento un laureato adulto è senza lavoro.

Con un titolo di studio importante potrai quindi trovare lavoro più facilmente: hanno infatti un'occupazione regolare circa il 70% dei laureati, rispetto al 42% dei diplomati di scuola superiore. La laurea, insomma, rende molto di più.

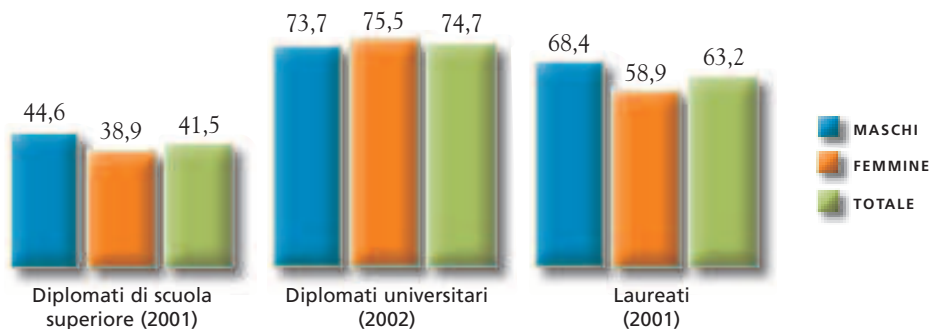


È vero anche, però, che non tutte le lauree hanno lo stesso "peso". Alcune sembrano contare in misura maggiore, quando si tratta di scegliere un giovane da assumere. E sono proprio i titoli scientifici quelli più richiesti: a trovare con maggiore facilità un lavoro sono infatti il 73% dei matematici, il 70% dei chimici e il 65% dei fisici.

Le opportunità di un buon inserimento nel mercato del lavoro nel settore scientifico e tecnologico sono quindi ottime: solo per il 2005 sono previste oltre 13 mila nuove assunzioni nell'ambito delle cosiddette "professioni per lo sviluppo e la ricerca". Categoria che comprende dirigenti, fisici, chimici e tecnici di scienze dei materiali. Nel com-

QUANTI TROVANO LAVORO

Lavoro svolto in modo continuativo iniziato dopo il conseguimento del titolo, per sesso.



(FONTE: ISTAT, Indagini 2001 e 2002)

più, in Italia le assunzioni previste di queste figure specializzate sono cresciute di quasi il 30% rispetto al 2003, con un aumento significativo soprattutto nelle piccole e grandi imprese.

Ma oggi non soltanto è importante che tu riesca a trovare un lavoro. È importante anche che tu riesca a trovare *presto* un lavoro. In un mercato sempre più aperto, globale e competitivo è decisivo sfruttare il prima possibile tutte le opportunità che possono capitarti. Anche perché l'Italia purtroppo parte svantaggiata rispetto agli altri Paesi europei: il percorso che inizia con la maturità e termina con la laurea può essere molto lungo e non ti aiuta a trovare facilmente un lavoro prima dei 27-29 anni. Ben cinque anni in più della media europea.

Una preparazione scientifica può invece aiutarti a trovare lavoro piuttosto rapidamente: se dopo un anno dalla laurea lavora già la metà di chi si è laureato in fisica, chimica e matematica, nel giro di tre anni hanno trovato un'occupazione quasi due laureati su tre. Una percentuale che addirittura supera l'86% nel giro di cinque anni (fonte Almalaurea).

Certo, non è detto che il lavoro poi sia sempre piacevole e gratificante. Anzi, a volte lavorare può essere un'attività

I LAUREATI Laureati del 1998 per condizione occupazionale e per corso di laurea. Anno 2001, valori percentuali.

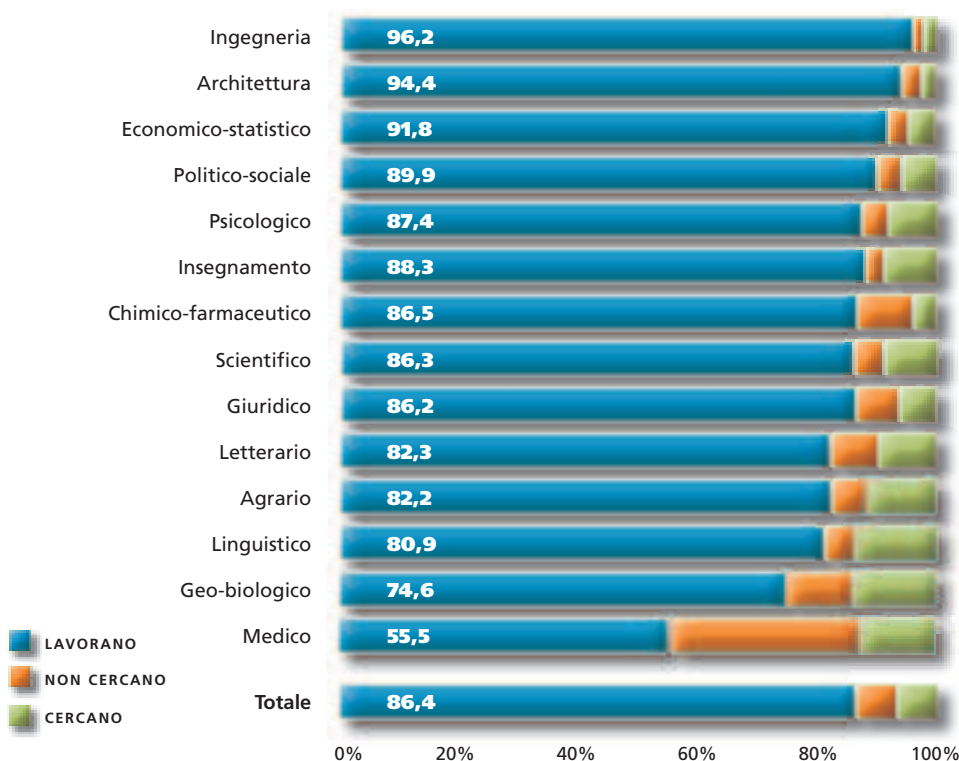
	Lavorano		Non lavorano		
	Totale	di cui svolgono lavoro continuativo iniziato dopo laurea	Cercano lavoro	Non cercano lavoro	Totale (val. assoluti)
Matematica	76,4	72,9	10,7	12,8	1.669
Fisica	67,3	65,2	8,0	24,5	1.436
Chimica	72,1	70,5	8,5	19,2	1.236

(FONTE: ISTAT)

ripetitiva e noiosa, che lascia poco spazio all'iniziativa personale e alla creatività. Ma non è questo il caso dei laureati in chimica, fisica e matematica. Chi si laurea in una di queste materie, infatti, è in generale contento del proprio lavoro, e per tanti motivi: lo stipendio (l'81% è soddisfatto, contro una media di tutti i laureati che si ferma al 75%), le possibilità di fare carriera (76%), la stabilità dell'occupazione (81%, contro una media del 77%), il

QUELLI CHE LAVORANO

Condizione occupazionale a cinque anni per gruppi di corsi di laurea.



(FONTE: ALMALAUREA)



tipo di mansioni svolte (88%) e il livello di autonomia (93%, contro una media dell'89%). Il grado di soddisfazione è così alto che 79 laureati su 100 si iscriverebbero di nuovo allo stesso corso di laurea, una percentuale che nel caso dei fisici tocca l'85%. Insomma, non ci si pente quando si studia scienza. (fonte Almalaurea).

Una laurea in una materia scientifica è poi un titolo di studio molto qualificato e professionalizzante. Ciò che ti permette di trovare un lavoro proprio in quei settori nei quali hai studiato e sui quali hai fatto approfondimenti all'università. Più di due laureati in discipline scientifiche su tre, infatti, sono occupati in attività per le quali è richiesta proprio la loro specifica laurea. Potrà sembrarti ovvio che per lavorare o fare ricerca in un'industria chimica ser-

Laureati del 1998 che lavorano
in modo continuativo e si dichiarano soddisfatti
dell'attuale lavoro. Anno 2001, valori percentuali.

I LAUREATI SODDISFATTI

	Trattamento economico	Possibilità di carriera	Stabilità posto di lavoro	Utilizzo delle conoscenze	Mansioni svolte	Grado autonomia
Scientifico	81,7	76,2	81,0	59,3	88,0	92,8
Chimico-farmac.	75,3	68,6	83,2	59,8	84,8	89,3
Geo-biologico	72,6	68,0	64,1	60,0	88,1	92,2
Medico	86,6	82,1	77,0	76,4	90,4	95,7
Ingegneria	79,8	81,5	86,8	65,7	86,6	92,1
Architettura	65,7	78,2	68,5	62,6	88,7	89,9
Agrario	70,4	72,8	67,3	60,3	82,1	90,9
Economico-stat.	80,9	79,9	86,1	65,6	84,7	88,5
Politico-sociale	74,6	70,0	76,7	51,7	81,2	87,0
Giuridico	70,6	79,5	75,1	63,0	86,4	87,4
Letterario	70,1	64,6	66,5	57,5	84,1	88,0
Linguistico	70,0	61,8	72,3	58,8	77,3	82,7
Insegnamento	67,4	60,2	67,0	72,7	84,7	85,3
Psicologico	64,0	61,1	62,9	66,0	82,3	89,1
<i>Totale</i>	<i>75,1</i>	<i>74,7</i>	<i>77,8</i>	<i>62,4</i>	<i>85,0</i>	<i>89,0</i>

(FONTE: ISTAT, Indagine 2001 sull'inserimento professionale dei laureati del 1998)



va una laurea in chimica. O che per progettare nuove fibre ultraleggere e resistenti sia necessaria una laurea in scienza dei materiali. Ma questo non è vero in moltissimi altri casi: la metà dei laureati in discipline politico-sociali, linguistiche e letterarie riesce a trovare soltanto un'occupazione per la quale la laurea non è affatto richiesta.

Anche la qualità del lavoro è molto alta: per i laureati in chimica, fisica e matematica i giudizi positivi su lavoro e incarichi svolti dopo cinque anni dall'assunzione sfiorano l'80% del totale (fonte Almalaurea 2005). E poi fare un lavoro qualificato in ambito scientifico e tecnologico è gratificante anche dal punto di vista economico, con carrie-

NECESSITÀ DELLA LAUREA

Laureati del 1998 che necessitano della laurea per il lavoro svolto. Anno 2001, valori percentuali.

	È necessaria la laurea			Non è necessaria la laurea	
	Posseduta	in specifiche aree disciplinari	una qualsiasi	Totale	
Scientifico	23,7	39,3	3,5	66,6	33,4
Chimico-farmac.	54,8	36,8	1,1	92,6	7,4
Geo-biologico	36,2	37,9	2,5	76,6	23,4
Medico	82,1	15,6	1,0	98,7	1,3
Ingegneria	42,6	34,7	2,6	79,8	20,2
Architettura	59,5	18,9	1,7	80,1	19,8
Agrario	55,2	19,0	1,8	75,9	24,1
Economico-stat.	24,2	32,9	4,2	61,3	38,7
Politico-sociale	10,3	24,9	10,4	45,6	54,4
Giuridico	46,6	20,2	4,4	71,2	28,8
Letterario	26,9	20,2	8,8	55,9	44,1
Linguistico	25,4	15,7	7,7	48,9	51,1
Insegnamento	22,6	24,0	8,3	54,9	45,1
Psicologico	43,3	22,0	5,1	70,4	29,6
<i>Totale</i>	<i>35,1</i>	<i>27,7</i>	<i>4,7</i>	<i>67,4</i>	<i>32,6</i>

(FONTE: ISTAT, Indagine 2001 sull'inserimento professionale dei laureati del 1998)

re che ti consentono di raggiungere rapidamente posizioni di responsabilità e dirigenza. E gli stipendi sono buoni fin dall'inizio. Lavorando nel settore scientifico, infatti, dopo un solo anno dalla laurea puoi guadagnare dai 1000 ai 1140 euro: una retribuzione superiore a quella di molte lauree. E nel giro di cinque anni le statistiche dicono che in settori di lavoro come la chimica puoi arrivare a superare i 1600 euro al mese.

GLI STIPENDI

Guadagno mensile netto a cinque anni per ramo di attività economica. Valori medi in euro.



(FONTE: ALMALAUREA)

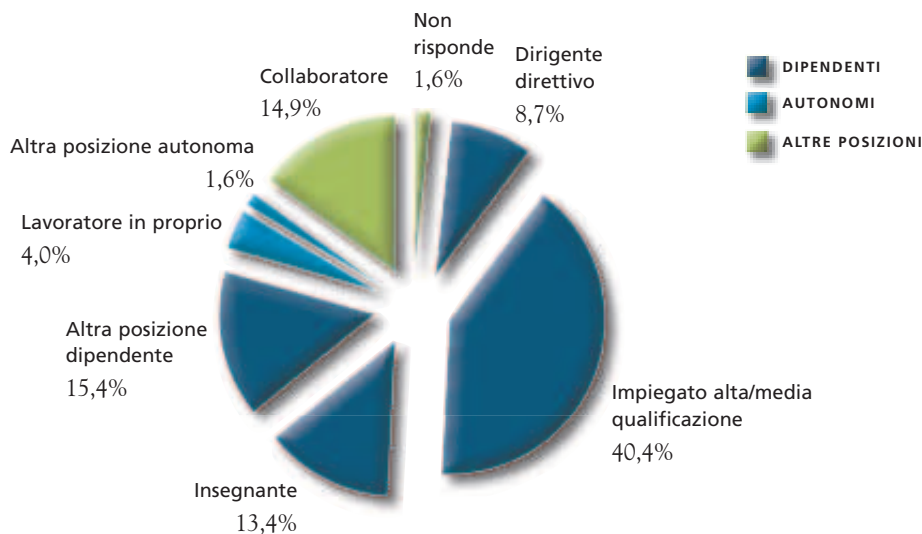


Prendiamo il caso dei laureati in fisica, per esempio. Dopo soli cinque anni dall'assunzione, un fisico svolge incarichi di media o alta qualifica in quasi la metà dei casi. E una volta su dieci ricopre già un importante ruolo direttivo.

Spesso, invece, avrai sentito dire che lo sbocco lavorativo più comune per un laureato in fisica è l'insegnamento. Fino a qualche anno fa questo è stato certamente vero: insegnare fisica e matematica a scuola era la collocazione "naturale" per un laureato in queste materie. Oggi però le cose stanno rapidamente cambiando. Il mercato del lavoro è in continua evoluzione e c'è sempre più bisogno di persone specializzate, con competenze tecniche e professionali di alto livello. Il profilo di un fisico può allora essere quello ideale. Soprattutto per il mondo dell'industria, dell'università e della ricerca, settori nei quali sta aumentando moltissimo la richiesta di giovani laureati. Oggi,

LA QUALIFICA

Posizione nella professione dei laureati in Fisica
a cinque anni: confronti.



(FONTE: ALMALAUREA)

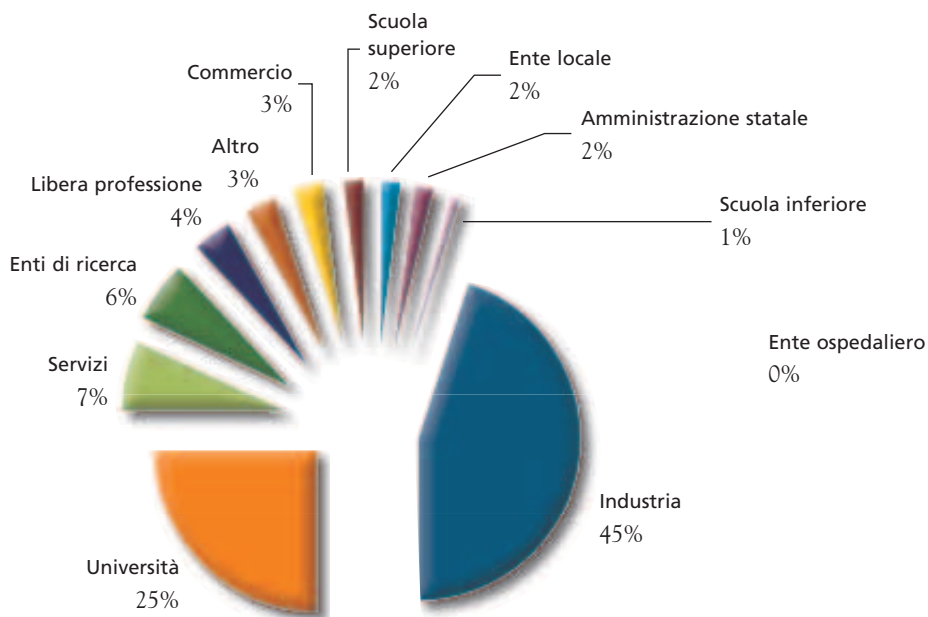
quindi, i principali settori dove un fisico può facilmente trovare lavoro sono istruzione e ricerca (un laureato su tre), industria e informatica.

Ma anche per i laureati in chimica le prospettive sono piuttosto buone. Negli ultimi dieci anni i chimici aspettano sempre meno tempo per trovare un lavoro: solo tra il 1995 e il 2000 l'attesa è scesa da 24 a 6 mesi. E nel 1999 risultavano occupati addirittura tre laureati su quattro: un risultato ben oltre la media di tutte le altre lauree. Per un chimico, i settori di lavoro principali sono quindi l'università (dove ci sono sempre più possibilità), l'industria, i servizi e gli enti di ricerca.

Per quanto riguarda il tipo di lavoro svolto, la metà dei

I SETTORI DI LAVORO PER I CHIMICI

Valori percentuali.



(FONTE: Conferenza nazionale presidenti CCL in Chimica, indagine 2001)

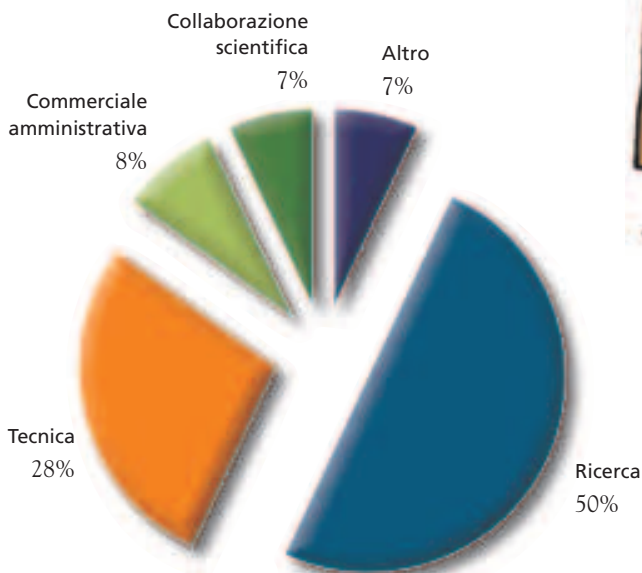


laureati esercita attività di ricerca. Questo non significa – ancora una volta – che è possibile lavorare solo all'interno dell'università. Esistono infatti altre strutture, centri e aziende pubbliche e private ad alto profilo tecnologico che sono disposte a investire notevoli quantità di risorse in innovazione e sviluppo. E che quindi hanno bisogno di sempre nuovo personale.

Anche per i chimici, ovviamente, è importantissimo fare un lavoro ricco di stimoli e soddisfazioni. E le attese non sono praticamente mai tradite: quasi il 90% dei laureati dichiara infatti di essere molto o abbastanza soddisfatto del tipo di attività che svolge.

TIPO DI ATTIVITÀ

Valori percentuali.



(FONTE: Conferenza nazionale presidenti CCL in Chimica, indagine 2001)

Il percorso di studi universitario

Quando passerai dalla scuola superiore all'università, molti aspetti della tua vita da studente necessariamente cambieranno. Le differenze saranno molte, ma la più importante di tutte è che all'università i professori non insegnano soltanto. Fanno anche tante altre cose: studiano, realizzano esperimenti e si incontrano tra loro per discutere e pensare. È quello che tecnicamente si chiama "fare ricerca" ed è quello che rende l'università una cosa davvero speciale, anche per gli studenti.



La didattica, cioè l'insegnamento, è organizzata in facoltà, le strutture che assegnano i titoli di studio e che ospitano i singoli corsi di laurea. Ogni facoltà raccoglie più corsi di laurea, in ciascuno dei quali potrai prepararti in una materia specifica (come in fisica o in matematica), per prendere alla fine una laurea e diventare dottore.



T E S T I M O N I A N Z E

CARLO ACERBI

FISICA

Mi sono laureato in fisica a Padova nel 1993 e ho fatto il dottorato in fisica teorica alla Sissa (la Scuola Internazionale

Superiore di Studi Avanzati) a Trieste. Poi, nel 1997, la svolta a novanta gradi: adesso lavoro nella finanza! A quel tempo si trattava di un vero e proprio salto nel buio: non si era mai visto un fisico che andava a lavorare in banca. Ma negli Stati Uniti

e a Londra, figure professionali simili alla mia venivano assunte come matematici finanziari già da qualche anno. E così un professore di economia che lavorava in una banca decise di assumere a scatola chiusa qualche fisico, per un



progetto innovativo. Tra questi, c'ero anche io. Dopo il dottorato, infatti, sarei dovuto andare all'estero con una borsa di studio. In banca, invece, mi offrivano un posto fisso e potevo rimanere in Italia. Certo, eravamo davvero i primi a fare una

scelta del genere. Ma mi è andata bene e in questi anni mi sono divertito un sacco. Lavorando in finanza, infatti, ho modo di mettere davvero a profitto le mie competenze di fisico e di matematico, senza rimpianti. In più ho la fortuna di continuare a fare

ricerca come prima in contesti di alto livello. Nel frattempo sono arrivati tanti altri fisici, che in questo settore sono davvero apprezzati, e la finanza è ormai diventata uno sbocco professionale consolidato per i nuovi laureati in fisica.

Facciamo un esempio: Anna, che studia chimica, è iscritta alla facoltà di Scienze. Anche Paolo, che fa biologia, è iscritto alla facoltà di Scienze. Però i loro corsi di laurea sono diversi: hanno lezioni diverse, laboratori diversi, fanno esami diversi con professori diversi e, alla fine dei tre anni di studio, prenderanno lauree diverse. Anna sarà una chimica e Paolo un biologo.

La ricerca è invece organizzata dai Dipartimenti, strutture che tengono insieme insegnanti e giovani laureati che vogliono continuare a studiare. Per esempio, in molte università al Dipartimento di Fisica si trovano tutti i fisici dell'università, sia quelli che fanno ricerche sulle stelle, sia quelli che studiano le minuscole particelle che compongono tutte le cose. Ed è proprio qui che troverai i professori grazie ai quali potrai imparare sul campo il "mestiere del fisico".



Ma cosa dovrai fare una volta entrato all'università? Avrai una classe, un'aula, un calendario delle lezioni, i compiti in classe e le interrogazioni? Più o meno sì. Quando ti iscriverai a un corso di laurea, dovrai seguire una serie di lezioni, proprio come a scuola. Alla fine di un ciclo di lezioni potrai così sostenere un esame, che può essere orale o scritto, a seconda dei casi.

Facciamo un altro esempio: durante i primi sei mesi del corso di laurea in Fisica, gli studenti seguono le lezioni di analisi e geometria. Alla fine del semestre, le lezioni si interrompono e gli studenti si impegnano a dare tutti e due

IL TEST D'INGRESSO

Tutti quanti possono iscriversi a un corso di laurea? Certo. Però alcuni corsi di laurea hanno il "numero programmato", detto anche numero chiuso. In alcuni casi, cioè, esiste un numero massimo di studenti che possono iscriversi. Ma questo

non è in generale il caso dei corsi di laurea di cui stiamo parlando. Per chimica, fisica, matematica e scienza dei materiali esistono invece dei test che servono allo studente per orientarsi meglio nei corsi di studio. Lo aiutano cioè a capire se

ha scelto la carriera universitaria più adatta. Si tratta di un piccolo compito nel quale gli aspiranti studenti devono dimostrare le proprie conoscenze nelle discipline di base. Grazie a questi test, si è ridotta della metà la percentuale di

gli esami. Se, però, qualcuno non riesce a superare l'esame di analisi, dopo un paio di mesi avrà una seconda possibilità. E poi una terza, finché non dimostrerà di aver imparato i fondamenti della materia. I professori e gli assistenti che insegnano analisi, nel frattempo, faranno tutto il possibile per aiutare lo studente a superare l'esame, proponendogli nuovi esercizi e rispiegandogli ancora le lezioni più complicate.

Alcune di queste lezioni possono essere a frequenza obbligatoria, cioè dovrai seguirle il più possibile per poter dare l'esame e la presenza viene verificata ad ogni lezione: questo avviene principalmente per i laboratori. Altre, invece, non richiedono di essere sempre presenti. Ma sicuramente gli studenti più diligenti, che seguono le lezioni, prendono appunti, fanno domande, si interessano e scambiano idee tra loro saranno i più avvantaggiati e preparati al momento di dare l'esame. In certi corsi di laurea tutti i laboratori sono obbligatori, perché è proprio lì che si impara quello che non si può studiare sui libri. È solo in un laboratorio, infatti, che potrai mettere in pratica quello che avrai imparato dalle lezioni teoriche. Per tutti gli studenti pronti a imparare un mestiere nel quale bisogna saper usare le mani, lavorare in un laboratorio è davvero importante.



Una volta, la laurea era la corona di alloro con cui veniva ornata la testa di imperatori e grandi poeti. Oggi è il coronamento dei primi tre anni di un corso di studi. La laurea triennale (chiamata anche di "primo livello") si ottiene infatti dopo aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studi del proprio corso di laurea e aver ottenuto 180 crediti.

ragazzi che abbandona gli studi tra il primo e il secondo anno. Inoltre, questi test permettono di capire se ci sono lacune nella formazione e di colmarle con corsi di recupero.

Ma che cosa sono i crediti? È un concetto che hai incontrato anche a scuola. All'università tutti gli esami hanno un voto, che va da 18 a 30 (se si prende meno di 18 vuol dire che bisogna recuperare qualcosa, come quando si prende meno di 6 a un compito in classe). E un esame perfetto merita anche la lode. Ma attenzione, però: non tutti i corsi sono uguali! Ci sono quelli più impegnativi, con

più ore di lezione e più cose da studiare, e altri un po' più semplici. Per questo anche gli esami sono diversi: alcuni valgono di più e altri di meno. Il "peso specifico" degli esami si misura in crediti: ogni credito vale più o meno 25 ore di lavoro, tra lezioni da seguire e studio a casa.



- a un credito corrispondono 25 ore di lavoro per studente
- ogni anno bisogna accumulare 60 crediti, che equivalgono circa a 1500 ore di lavoro
- a ogni insegnamento è assegnato un determinato numero di crediti, che vengono acquisiti con il superamento di una prova di esame. I voti (in trentesimi) ne misurano il profitto
- la laurea (triennale) si consegue con l'acquisizione di 180 crediti in tre anni
- la laurea magistrale si consegue con altri 120 crediti, nei successivi due anni

Sommando i crediti di tutti gli esami dei tre anni di studio si arriva di solito a meno di 180, ad esempio a 170 o 165 crediti. Per la laurea, però, ne servono 180. Come si fa a prendere quei 10-15 crediti mancanti? Con la "prova finale". La prova finale può essere l'approfondimento di un aspetto particolare di una delle materie che hai seguito nei tre anni. Oppure la relazione dettagliata su quanto hai imparato lavorando per qualche mese a un esperimento o nel laboratorio di un'azienda esterna all'università, nel corso di un periodo di stage. Anche il lavoro finale ha un voto, che viene consi-



T E S T I M O N I A N Z E

ALBERTO CREDI CHIMICA

Quello tra me e la chimica non è stato un colpo di fulmine. Ho imparato a conoscerla alla scuola

superiore, grazie ad alcuni bravi insegnanti. La chimica ha una cattiva reputazione perché è vista come una scienza difficile e noiosa, responsabile di fenomeni negativi come l'inquinamento. Invece è una disciplina davvero interessante, che da

un lato si occupa di esplorare l'infinitamente piccolo e dall'altro permette di spiegare i perché e i come del mondo. E poi le ricadute della chimica nella vita di tutti i giorni sono enormi. Fin dai primi anni di università ho desiderato di

derato, insieme a quelli presi negli esami precedenti, per calcolare il voto di laurea. A differenza dei voti degli esami, quello di laurea è in centodecimali: gli studenti più bravi si laureano quindi con 110/110. E se sono stati particolarmente brillanti, i professori daranno loro anche la lode.

E dopo la laurea? Le strade possibili sono due: puoi scegliere di inserirti subito nel mondo del lavoro, oppure proseguire con gli studi. In questo secondo caso puoi iscriverti a un corso di laurea magistrale, che dura due anni e che richiede di prendere altri 120 crediti.

Per chi invece vuole perfezionare la propria formazione prima di tuffarsi nel mondo del lavoro, esistono anche altre possibilità, come i master, che di solito durano un anno.

Dopo la laurea magistrale, si può accedere, mediante un concorso, a un dottorato di ricerca. Il dottorato di ricerca, che prevede una borsa per il periodo impegnato, è un requisito pressoché indispensabile per lavorare nell'università (e quindi prepararsi a diventare a sua volta professore) o negli enti di ricerca. Ma è anche un percorso che deve diventare assai più usuale di quanto finora è stato per chi andrà a lavorare nell'industria o nei circuiti della produzione ove questi siano particolarmente impegnativi. Un percorso molto affascinante, che può durare anche diversi anni ma che in Italia è in generale di tre anni.

fare ricerca: l'ho fatto subito dopo la laurea vincendo una borsa di studio della Ciba Divisione Additivi. Poi sono andato negli Stati Uniti per sei mesi, con un finanziamento della Nato. E infine sono tornato a Bologna, dove ho fatto il dottorato di ricerca e

dove ora insegno. Da anni faccio ricerche nelle nanotecnologie e ho sviluppato l'"ascensore molecolare", una "macchina" di dimensioni estremamente ridotte, che servirà a trasportare i farmaci nelle cellule con una precisione

incredibile. Ma anche per chi ha ambizioni diverse dalle mie, la laurea in chimica dà tante opportunità. Per studiare chimica non servono doti particolari, ma un consiglio lo posso dare: mantenere sempre vive curiosità e fantasia.

Che cosa si fa a fisica

Un luogo comune abbastanza diffuso è che la fisica sia una materia difficile, riservata solo ai cervelloni che hanno il "pallino". In realtà, non è proprio così. Certo, le difficoltà non mancano, soprattutto all'inizio quando dovrai fare i conti con concetti nuovi. Funziona un po' come quando si prende la patente: prima di poter andartene in giro con la macchina, devi saper rispondere ai quiz e aver fatto un po' di pratica sulla strada. Una volta imparati i fondamentali della materia, però, a fisica potrai fare un sacco di cose diverse e scegliere il tuo percorso ideale tra molte possibilità interessanti.

I due principali argomenti del corso di laurea in fisica sono la fisica classica, la stessa che si comincia a studiare alle superiori, e la fisica moderna, per intenderci quella iniziata all'inizio del Novecento con Planck e Einstein e che sfocerà nella relatività e nella meccanica quantistica. Al primo anno si seguono i corsi base e si entra subito in laboratorio, mentre l'anno successivo sarai tu stesso a decidere quali corsi frequentare. Il terzo anno, infine, potrai scegliere il corso di indirizzo, a seconda della direzione che vorrai dare al tuo percorso di studi.

Se volessimo riassumere in poche parole lo spirito di questo corso di laurea, potremmo dire che a fisica si impara a osservare la natura in modo critico e approfondito, ma anche con curiosità, trovando il modo migliore, e perché



T E S T I M O N I A N Z E

MARCO LOMBARDI

FISICA

Mi sono laureato a Pisa nel 2002. Poi, grazie a una borsa di studio dell'Indam (Istituto nazionale di alta

matematica), sono andato a Milano, dove ho seguito un master in Matematica applicata. Così sono diventato un fisico un po' matematico. E questo è stato fondamentale per poter fare quello che faccio adesso: i simulatori di volo

tridimensionali. Costruire modelli tridimensionali del territorio è come fare un grande videogame, dove tutto ciò che si vede esiste veramente. L'estate scorsa abbiamo realizzato un modello in tre dimensioni di tutta la Toscana, per conto



della Regione: servirà per i navigatori satellitari, ma anche per la lotta agli incendi. Tra la fine del master (cioè da quando mi sono messo a cercare lavoro) e l'assunzione nella ditta dove lavoro adesso è passato un po' più di un mese, durante

il quale ho mandato il curriculum a diverse aziende. Sono stato fortunato, perché sono potuto tornare a Pisa e ho potuto scegliere il posto di lavoro che preferivo tra quelli che mi sono stati offerti. E poi, aver studiato fisica e matematica mi ha

sicuramente dato altri vantaggi, perché ho imparato le cose indispensabili per fare il mio mestiere, ma anche l'approccio e il metodo giusto per affrontare tanti tipi di problemi diversi.



no anche divertente, per capirla. Una mentalità molto utile anche per chi non continuerà a studiare dopo la laurea, ma entrerà subito nel mondo del lavoro. Conclusi i primi tre anni di studio, potrai decidere se fermarti e iniziare a lavorare, oppure frequentare i due anni di laurea magistrale e approfondire così la tua formazione.

Da sempre, la laurea in fisica è particolarmente apprezzata proprio per la duttilità e la capacità a risolvere problemi (di tutti i tipi) a cui conduce. Oltre agli sbocchi tradizionali (dalla ricerca all'insegnamento), negli ultimi decenni il campo di lavoro del fisico si è spostato verso l'industria in tutte le sue diramazioni ma sono anche sorti un'infinità di nuovi mestieri, da quelli che richiedono la capacità di trattare grandi masse di dati a quelli che richiedono la soluzione di problemi a quelli che richiedono uno studio per mezzo di modelli a quelli aperti dall'informatica, dalle applicazioni alla medicina, dal restauro e conservazione dei beni culturali e tanti altri ancora che non è neppure possibile enumerare.

Che cosa si fa a matematica

Se non ti sei lasciato spaventare dai compiti in classe che eri costretto a fare a scuola o dalle interrogazioni su integrali e derivate, allora la matematica all'università potrà offrirti diverse possibilità interessanti.



T E S T I M O N I A N Z E

ILARIA GORI
MATEMATICA

Mi sono laureata in matematica a Genova nel 2002. Subito dopo la laurea ho vinto una borsa di studio

di un anno per frequentare la Scuola per le applicazioni della matematica nell'industria e nei servizi a Milano. È stata un'esperienza molto importante dal punto di vista umano, ma soprattutto è stata fondamentale per il mio

ingresso nel mondo del lavoro, perché mi ha permesso di approfondire le mie conoscenze e di capire in quali campi potessi (e volessi!) applicarle. Nel corso di quell'anno ho svolto uno stage a Bracco Research, cioè nel settore di

Che cosa si fa a chimica

Nell'immaginario collettivo il chimico veste un camice ed è circondato da provette e alambicchi dove gorgogliano liquidi colorati e sostanze strane. Frequentando il corso di laurea in chimica scoprirai invece che questa è una concezione abbastanza limitata: fare il chimico può essere una professione allo stesso tempo "normale" e stimolante.

Nei primi tre anni di insegnamento, ti verranno fornite le necessarie basi di fisica, matematica e informatica, accanto naturalmente a un panorama completo delle metodologie che vengono usate in chimica. Studierai così l'alfabeto della chimica (il sistema periodico), perché e come avvengono le reazioni, come si può determinare la composizione e le proprietà delle sostanze e delle molecole che le costituiscono, ma anche come si possono isolarle, analizzarle e sfruttarle in maniera controllata e sicura.



Oltre allo studio teorico, sono previste anche numerose attività di laboratorio, obbligatorie per arrivare alla laurea. In alcuni casi, avrai la possibilità di svolgere queste attività pratiche nell'ambito di stage presso aziende o enti di ricerca, e qualche volta persino all'estero.

Al termine dei tre anni, potrai decidere se proseguire con la laurea magistrale o entrare direttamente nel mondo del lavoro, per esempio in un'industria chimica o in un laboratorio di analisi. Negli ultimi anni i laureati in chimica vengono richiesti sempre più spesso anche in settori professio-



TESTIMONIANZE

PATRIZIA BERARDINELLO
SCIENZA DEI MATERIALI

Mi sono iscritta a scienza dei materiali per passione. Perché mi piacevano sia la chimica sia la fisica e cercavo

un corso di laurea che mi permettesse di studiarle. Per fortuna mi sono imbattuta nella pubblicità del nuovo corso di laurea in scienza dei materiali, che nasceva proprio l'anno del mio esame di maturità. Dopo la laurea, nel 2000, ho

vinto una borsa di studio per frequentare la Scuola di specializzazione in scienza e tecnologia dei materiali. Ed è così che ho cominciato a occuparmi delle simulazioni di chimica computazionale: un campo che per me era quasi sconosciuto, ma che ho

nali "nuovi" e molto interessanti, come la sicurezza o la conservazione dei beni culturali o la tutela dell'ambiente.

Che cosa si fa a scienza dei materiali

Scienza dei materiali è un corso di laurea piuttosto giovane e senza dubbio molto particolare. L'idea è quella di darti subito solide basi di chimica, fisica e matematica, in modo da metterle poi in pratica in laboratorio, dove imparerai a manipolare letteralmente le molecole di cui è fatta tutta la materia. Potrai così conoscere a fondo la natura e le proprietà dei materiali più disparati, e soprattutto potrai progettarne di nuovi, il più possibile funzionali e rivoluzionari.



Ogni corso, infatti, si svolge in parte in laboratorio, dove i professori saranno a completa disposizione degli studenti "apprendisti". Al termine dei primi tre anni di studio, la prova finale prevede un periodo di stage o tirocinio in un'azienda o in un ente di ricerca: il modo migliore per metterti subito a contatto con il mondo del lavoro e farti conoscere i settori più innovativi e le frontiere della ricerca di avanguardia.

Ottenuta la laurea triennale, potrai poi scegliere se approfondire la tua preparazione con la laurea magistrale, che dura altri due anni, oppure tuffarti immediatamente nel mondo del lavoro.

trovato subito affascinante. Alla fine della scuola, nel giro di pochi mesi, sono stata assunta nel posto dove tuttora lavoro: un'azienda italo-giapponese che lavora nel campo della microelettronica. Ho svolto un periodo di addestramento

in Giappone e adesso mi occupo di controllare i processi di produzione di dispositivi indispensabili per produrre i chip di silicio. È difficile da spiegare... Ma è quello per cui ho studiato ed è un lavoro che mi dà grandi soddisfazioni. Forse sono

stata fortunata, ma credo che la cosa più importante di un corso di laurea scientifico sia proprio la capacità di darti l'apertura mentale per affrontare i problemi più diversi. E così è stato anche per me.

Lo stage

In un mercato del lavoro sempre più competitivo e globale come quello di oggi, è fondamentale acquisire competenze e capacità solide e ben fondate, che possano aiutarti a formare una mentalità aperta e darti la possibilità di applicare le tue competenze con facilità, così che tu possa muoverti in una prospettiva meno provinciale e più europea.

Spesso alle università italiane viene rimproverato di essere troppo "chiuse" e limitate sia nei confronti del mercato del lavoro che delle nuove opportunità di studio e ricerca all'estero.

Qualcosa però sta finalmente cambiando negli ultimi anni. In particolare, sul fronte degli stage e delle esperienze di studio all'estero, due delle principali risposte dell'accademia italiana alla richiesta di un'università più vicina al mondo del lavoro e più attenta alla formazione di giovani che si sentano sempre più cittadini della nuova Europa.

Lo **stage** è un'esperienza pratica di lavoro sul campo, limitata nel tempo e a volte retribuita, che si svolge presso enti o strutture pubbliche e private che hanno stipulato specifici accordi e convenzioni con l'università alla quale sei iscritto. Durante il corso di studi all'università, tutti gli studenti possono effettuare un'esperienza in azienda per affacciarsi sul mondo del lavoro. Se lo vorrai, potrai fare uno stage anche prima di finire di studiare e di discutere la tesi.

È ovvio che lo stage diventa spesso un momento cruciale



UNO STUDENTE SU CINQUE

Sono sempre più diffusi e interessanti gli stage, che nel corso del 2003 hanno coinvolto complessivamente quasi 138 mila studenti. Con il nuovo ordinamento, cioè con l'introduzione delle lauree triennali, la possibilità di realizzare stage e tirocini è

aumentata. Tanto che, come abbiamo visto, nel biennio 2002-2003 circa uno studente su cinque tra gli iscritti all'Università italiana ha partecipato a qualche forma di stage o di tirocinio. Si tratta di una quota molto consistente, che testimonia



come la riforma del sistema accademico abbia dato il giusto risalto a una delle strade che oggi permette ai laureati di trovare lavoro con più facilità e velocità. Molto positivo, infatti, il giudizio di chi ha frequentato uno stage: il 40 per cento si

dichiara soddisfatto, e oltre il 30 per cento si dichiara più che soddisfatto. Per quasi due studenti su tre lo stage è durato almeno 150 ore, almeno 300 ore in due casi su cinque. Solo per poco più di uno studente su dieci, invece, si è trattato di

un'esperienza limitata, episodica, con una durata inferiore alle 50 ore. Infine, quasi il 2 per cento degli stage e tirocini è stato svolto all'estero: ci sono andati circa 2.500 studenti italiani.

di incontro tra chi cerca e chi offre un lavoro e si rivela un canale di accesso privilegiato per avviare una collaborazione o addirittura trovare un'occupazione fissa.

Nei corsi di laurea scientifici, quasi tutti gli studenti svolgono lo stage, anche perché spesso sono obbligatori. Gli studenti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze dei materiali possono fare uno stage in centri universitari, aziende, enti di ricerca, laboratori di analisi o in industrie legate al settore informatico e delle nuove tecnologie.

La procedura per la richiesta di stage è piuttosto rapida: grazie a conoscenze o esperienze dirette, infatti, sono spesso i docenti stessi a fare da intermediari tra lo studente e l'azienda, favorendo così l'ingresso nella struttura che offre lo stage.

Con **mobilità internazionale** si indicano tutti quei programmi che promuovono e organizzano periodi di studio all'estero per gli studenti universitari italiani. Il numero di giovani che decidono di trasferirsi all'estero per studiare per qualche mese è in crescita costante.



La più nota di queste iniziative è il **programma Erasmus**, grazie al quale gli studenti universitari viaggiano in tutta Europa da quasi vent'anni. Con l'Erasmus potrai passare un periodo di studio variabile da 3 a 12 mesi in una università straniera, seguire lezioni insieme ad altri studenti provenienti da tutto il mondo, usufruire delle più idonee strutture per studio e divertimento, seguire corsi accelera-

MOBILITÀ

Grazie a un investimento che, solo nel 2002, ha superato i 31 milioni di euro e ha interessato quasi 17 mila ragazzi, è in continuo aumento il numero degli studenti che si trasferisce all'estero per qualche mese per studiare. In alcuni atenei

ogni anno più del 4% degli iscritti partecipa a un programma di mobilità internazionale. Un segnale interessante viene anche dall'analisi degli studenti stranieri che, al contrario, sono entrati nel sistema universitario italiano:

complessivamente, si tratta di 11.814 studenti, con un aumento del 20% rispetto al 2000.

ti di lingua e sostenere esami che poi saranno riconosciuti anche in Italia. Il tutto a spese della Comunità europea e dell'università: sono infatti previsti contributi economici e borse di studio che ti permetteranno di coprire parte delle spese di viaggio e soggiorno. Un periodo di permanenza all'estero potrà aiutarti anche a trovare lavoro con più rapidità e facilità. Sono molti gli ex studenti Erasmus che sono riusciti a trovare un'occupazione legata alle competenze acquisite e consolidate proprio durante il soggiorno all'estero.

E per finire, l'università può venirti incontro anche dal punto di vista del portafoglio. A volte si tratta di veri e propri contributi in denaro, come borse e assegni di studio, prestiti, **riduzione delle tasse universitarie**. A fornire il denaro possono essere strutture pubbliche, come le stesse università o gli enti per il diritto allo studio, ma anche strutture private, come aziende, banche, fondazioni.

In altri casi, l'aiuto è sotto forma di servizi, a costo molto basso o addirittura nullo: mensa, alloggio, attività culturali e sportive. In entrambi i casi, comunque, per ricevere questo tipo di sostegno bisogna non superare un certo reddito ed essere in regola con il percorso formativo. Contano però anche la media e il numero di esami sostenuti. Per sapere se rientri nella fascia di studenti che ha diritto a queste agevolazioni basta consultare il sito della tua università o rivolgerti direttamente all'ufficio che se ne occupa.

IL PRESTITO D'ONORE

Se durante il percorso di studi universitari non hai i soldi per far fronte a tutte le spese, puoi chiedere in banca una particolare forma di prestito, il cosiddetto "prestito d'onore". Con questa denominazione un po' cavalleresca si intende un

finanziamento da parte di una banca convenzionata con la tua Regione e/o Università, che ti impegni a restituire gradualmente dopo aver terminato gli studi, o comunque dopo un certo periodo di tempo. E gli interessi? Sono in genere

molto bassi, o in alcuni casi addirittura nulli. Per ricevere questa forma di sostegno, devi avere un reddito al di sotto di una certa soglia e particolari requisiti di merito, in termini di voto medio e numero di esami sostenuti.

Per quanto riguarda in particolare le facoltà scientifiche, da qualche anno il ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (Miur) prevede anche **incentivi economici** per favorire l'iscrizione a Chimica, Fisica, Matematica e Scienze dei materiali. Ogni università gestisce autonomamente questi fondi e decide come distribuirli, per esempio rimborsando parte delle tasse di iscrizione, oppure dando agli studenti buoni da spendere per i libri. Per i dettagli, puoi consultare anche in questo caso il sito della tua facoltà, dove ti verrà indicato anche cosa devi fare in particolare per usufruire di queste agevolazioni.

Inoltre, per l'anno accademico 2006-07 saranno bandite delle **borse di studio** di 4000 euro annui per gli studenti che si immatricolano ai corsi di laurea di Matematica, Fisica, Chimica e Scienza dei materiali. Queste borse saranno assegnate sulla base di un concorso nazionale, e saranno rinnovabili anche per gli anni successivi, sempre per il medesimo importo di 4000 euro annui, se lo studente si mantiene in regola con gli studi. I vincitori delle borse, inoltre, avranno la possibilità di ritrovarsi assieme una settimana in estate per

- seguire corsi di complementi
- svolgere attività di approfondimento guidata, individuale e di gruppo
- raccogliere informazioni sull'offerta formativa per il post-lauream (incluse opportunità per stage, master, ecc.)
- partecipare a seminari ed incontri con il mondo dell'impresa.



T E S T I M O N I A N Z E

DAVIDE CERESOLI
SCIENZA DEI MATERIALI

Mi sono laureato in scienza dei materiali all'Università Milano-Bicocca, nel 1999. Ho preso il dottorato di ricerca

nel 2002 alla Sissa (la Scuola internazionale superiore di studi avanzati) a Trieste. E nel 2004 ho vinto una borsa di studio alla Rutgers University, nel New Jersey (Stati Uniti). Poi sono tornato alla Sissa dove sono diventato ricercatore.

Il mio lavoro consiste nella costruzione di modelli e nella simulazione al computer di materiali per la microelettronica, nanotubi, materiali ferroelettrici, polimeri. Quindi è sia teoria, sia programmazione e simulazioni, sia veri e propri

Dunque, abbiamo visto quante possibilità hai davanti per la tua carriera di studente di discipline scientifiche.

Quello che ci preme sottolineare è che da un lato, questi percorsi ti serviranno per arrivare sul mercato del lavoro disponendo di due **buone carte**. Che non sono in contrasto, ma si aggiungono una all'altra.

La prima carta è quella delle competenze, cioè delle cose fondamentali, centrali, che si acquisiscono studiando una disciplina scientifica. Come ti ricorderai, sono le competenze che ti permetteranno di passare da un mestiere a un altro, da un ambito di lavoro a uno differente. Se per esempio sai fare modelli per misurare le cose (qualsiasi cosa) in modo preciso, sapendo come si fa per ridurre al minimo l'errore, allora puoi fare il fisico che lavora a una macchina che serve per la ricerca, ma puoi anche passare a lavorare nel marketing perché lì quella tua competenza è importantissima per capire quali possibilità di mercato esistono per un tipo di prodotto che non esiste ancora. Oppure puoi occuparti di un'altra macchina ad alta tecnologia che serve alle industrie e ai centri di ricerca per definire le misure precise di un certo materiale. Questo che ti abbiamo appena descritto è il percorso reale che un giovane laureato in fisica ha compiuto nel giro di pochi anni.

Ovviamente ogni disciplina ha le sue competenze forti, l'importante è sapere che queste esistono e che le puoi acquisire con un percorso di studi adeguato. Ma ci sono alcu-



“esperimenti” virtuali, che non vengono eseguiti in laboratorio ma sui più veloci supercomputer esistenti al mondo.

La fisica dei materiali è una scienza in espansione e vitale: non passa giorno senza che vengano scoperti

nuovi fenomeni che un giorno si tradurranno in applicazioni pratiche. Anche per questo la trovo davvero affascinante.



ne competenze che nelle scienze sono fondamentali. Una è la capacità di aggiornare rapidamente le proprie conoscenze: uno scienziato, ma anche il dirigente di un'azienda ad alta tecnologia o un insegnante di discipline scientifiche che non sa come si sta rinnovando l'insieme dei saperi di cui si occupa, farà un lavoro peggiore di chi invece legge le riviste internazionali, naviga su internet sapendo dove trovare le ultime novità, va ai convegni e ai congressi per stare al passo con le nuove idee nel suo settore.

Un'altra competenza fondamentale è saper lavorare con gli altri, collaborare e magari anche mettersi in concorrenza. La scienza non è un lavoro solitario in laboratorio o in un ufficio. È una grande impresa collettiva che non ha senso senza persone che si scambiano continuamente informazioni, controllano le affermazioni degli altri, mettono in discussione le proprie conoscenze e quelle altrui. Lavorare nella scienza significa saper far parte di una grande comunità internazionale.

Conoscere bene le basi delle discipline, aggiornarsi, saper lavorare con gli altri

Dicevamo delle due carte di cui disponi dopo la laurea. L'altra è quella della conoscenza di un mestiere o meglio di un tipo di mestiere. Che nelle nostre società è sempre più interdisciplinare. Richiede cioè la conoscenza di parti di diverse discipline e a volte anche



T E S T I M O N I A N Z E

MASSIMO NORO
CHIMICA

Sono nato e cresciuto a Padova, dove ho studiato chimica. Mi sono specializzato con un PhD (un

titolo analogo al dottorato di ricerca) alla University of California di Los Angeles. Poi ho lavorato per due anni in un centro di fisica molecolare ad Amsterdam. E infine sono approdato a Chester, in Inghilterra, dove abito con la mia famiglia ormai da diversi

anni. Lavoro per Unilever, una multinazionale che fa prodotti di consumo di vario tipo, dallo shampoo Dove al cornetto Algida, utilizzando tecniche all'avanguardia. Dopo avere ricoperto sia ruoli tecnico-scientifici, sia ruoli gestionali, adesso sono a

delle competenze fondamentali di più materie. Ti proponiamo degli esempi.

Fare il climatologo – è questo il nostro primo esempio – significa cercare di capire come funziona il clima, come sta cambiando, che cosa accadrà se i vulcani o l'uomo immettono molti gas di un certo tipo nell'atmosfera. È un tipo di lavoro ben diverso dalle previsioni del tempo: perché il clima è globale, planetario, e perché cambia più lentamente del tempo meteorologico. La meteorologia vede o prevede che oggi magari piove e domani ci sarà il sole. Ma il clima ha altri tempi: ci vogliono anni per valutare se in un certo posto della Terra piove sempre di più o, al contrario, fa più caldo. Per fare questo, occorre avere conoscenze di fisica che vanno dalla dinamica dei fluidi alla fisica dell'atmosfera, conoscenze di matematica che permettono di leggere i fenomeni meteorologici e atmosferici, conoscenze di informatica che rendono capaci di costruire modelli al computer. Questi modelli sono fondamentali, perché con il clima non si possono fare esperimenti reali: non si può togliere gli oceani per capire che cosa succede, o aumentare l'anidride carbonica nell'atmosfera o riempire il Sahara di alberi.

Un altro esempio è quello dell'"econofisico" chiamato anche analista quantitativo. Il nome suona un po' complicato, ma è un lavoro di alto profilo che si fa nel mondo della finanza. Ti sarà capitato di vedere le pagine economiche di un quotidiano: ci sono informazioni sulla Borsa, sui buoni del tesoro, sui fondi di investimento, su moltissimi prodotti fatti in buona so-

capo del gruppo di teoria e simulazioni. L'aver studiato una materia scientifica mi ha aiutato a formare la mentalità adatta per affrontare i problemi più disparati. Un modello scientifico, secondo me, deve essere il più semplice

possibile, ma avere molti dettagli. In generale, quindi, si deve partire con un'idea di base e poi aggiungere una a una le "complicazioni" finché il modello non si avvicina il più possibile alla realtà. Può sembrare un tipico discorso contorto da

scienziati, ma è una filosofia che può essere anche estesa a problemi non scientifici e il più delle volte funziona!

stanza di soldi e che possono cambiare il loro valore a seconda di molti fattori diversi: dal prezzo internazionale del petrolio ai bilanci di un'assicurazione. È quella che si chiama economia finanziaria e che oggi sposta immense quantità di ricchezza nel mondo.

Bene, uno dei sogni di chiunque investa ricchezze in questa economia è prevedere come andranno le cose. Proprio dalle previsioni dipende infatti il valore di molti prodotti finanziari. Ma per prevedere bene occorre saper fare modelli matematici, formule che possano dirci che cosa accade – per esempio – se il prezzo del riso sale sul mercato di Hong Kong e contemporaneamente si fa la riforma delle pensioni in Polonia. Si tratta di “fenomeni complessi”, ma i corsi di matematica, di fisica, di chimica, di scienze dei materiali servono proprio per rendere le persone competenti ad affrontare questa complessità. E per governarla fino a fare dei modelli che difficilmente saranno perfetti, ma che permetteranno a chi li usa di avere più probabilità del suo concorrente di guadagnare e di vincere. È proprio quello che è accaduto in questi anni: moltissime persone, in tutto il mondo, che hanno fatto questi percorsi nelle università, sono state assunte a livelli alti nelle grandi strutture della finanza mondiale.

Un altro esempio è quello del marketing. Sono sempre più strategiche nelle aziende le persone che sappiano capire quali sono le novità importanti che arrivano sul mercato, come si muove la domanda e quali sono le innovazioni che occorre introdurre nei



T E S T I M O N I A N Z E

SANDRA SAVAGLIO

FISICA

Perché ho scelto di fare ricerca? Perché è sempre stato il mio sogno e già da bambina mi immaginavo in

un laboratorio con un camice bianco addosso, a studiare i misteri della natura.

La fisica, poi, ha degli aspetti davvero eccitanti: si studia l'origine dell'universo e la sua evoluzione, oppure si cerca di capire da dove viene la materia di cui sono fatte

tutte le cose. Per me, questo è il lavoro più bello che c'è.

Ho studiato fisica all'università della Calabria. Dopo laureata nel 1991 ho fatto il dottorato di ricerca. Ma già da prima avevo iniziato a viaggiare e da allora non mi sono mai

propri prodotti e nella propria produzione. Il responsabile di marketing di un'industria non è un venditore, è l'uomo che sta sulla frontiera dell'innovazione scientifica, tecnologica e di prodotto. Ma proprio per questo serve una cultura ricca e delle conoscenze forti. Per esempio, per dirigere il marketing nell'industria chimica si possono avere lauree triennali o quinquennali in Chimica ma anche in Scienza dei materiali, Chimica industriale o Ingegneria chimica.

Ci sono molti esempi ancora da fare, ma vogliamo insistere su un argomento. Che parte da un dato di fatto: il mondo camminerà sempre più sulle gambe della conoscenza scientifica. Le statistiche ufficiali statunitensi dell'Occupational Employment Statistics affermano che nel periodo 2000-2010 più dell'80 per cento di tutti i nuovi tipi di lavoro saranno dipendenti dalla crescita delle conoscenze in scienza e matematica. Invece, tra i tipi di lavori in declino, destinati a divenire marginali, solo il 10 per cento sarà in relazione con la scienza e la matematica.

Il lavoro sarà sempre più scientifico e interdisciplinare

Ma questa conoscenza scientifica non sarà solo quella "tradizionale", con steccati tra fisica e chimica, matematica e chimica e così via. Anzi, sempre di più sarà fatta di percorsi di studi che si muovono all'interno di diverse discipline.

fermata. Adesso lavoro alla Johns Hopkins University: i miei colleghi vengono da tutte le parti del mondo, da ambienti e culture diverse. E questo dà al nostro lavoro uno slancio in più, perché c'è un continuo scambio di esperienze. Per esempio,

Susan, la mia vicina di ufficio, si è appena sposata con un indiano che lavora vicino Washington. Il matrimonio si è tenuto in India e le foto sono davvero spettacolari!





Scienza dei materiali è per esempio un percorso formativo molto interdisciplinare tra la fisica e la chimica, con un buon supporto matematico di base. Ma esistono corsi che mettono assieme la fisica, la matematica, l'informatica e le conoscenze musicali per formare persone capaci di trattare suoni e immagini ad alto livello tecnologico. Altri che propongono una buona base di fisica assieme a conoscenze di informatica e di fisiologia per formare persone capaci di lavorare nel settore dell'ottica. Molti altri corsi di laurea nelle università italiane hanno questa caratteristica di interdisciplinarietà proprio per rispondere a un mercato del lavoro che chiede persone con una cultura vasta, non settoriale, aperta. Nel prossimo futuro questi corsi sono destinati ad aumentare, anche grazie alla introduzione di diversi tipi di formazione (triennali, di specializzazione, master di primo e secondo livello, dottorato di ricerca) che crea nuovi corsi, nuove idee, nuove professionalità.

I mille mestieri dello scienziato

Andiamo allora a vedere da vicino quali sono alcuni – tra i tantissimi che si possono elencare – dei mestieri che si possono fare con una laurea scientifica.

Questo elenco è solo approssimativo e se potesse aggiornarsi da solo lo farebbe quasi ogni giorno: come abbiamo detto prima, il nuovo lavoro nasce sempre più dalla scienza, e cambia in continuazione. C'è però un mestiere che è sicuramente uno sbocco



TESTIMONIANZE

MARTINA RIGATO
MATEMATICA

“A che cosa servono tutte queste formule?” È una domanda che sicuramente viene spontanea studiando

matematica. E immagino che a questa domanda non tutti riescano a dare una risposta soddisfacente! Vi sembrerà strano, ma io ho trovato la mia proprio continuando a studiare matematica all'università. Perché ho scoperto che la matematica è

uno strumento di analisi molto potente e con numerose possibilità di applicazione. In particolare, ho scelto un indirizzo di studio statistico-economico, per analizzare i modelli matematici alla base dei mercati finanziari.

importante per i laureati in discipline scientifiche, in tutte le discipline: è l'insegnamento. C'è e soprattutto ci sarà sempre più bisogno di docenti di materie scientifiche di base sia in Italia che in Europa.

I mestieri dei fisici

Partiamo dal lavoro nella ricerca scientifica di base all'università o negli enti di ricerca, come il Cnr o l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, l'Istituto di Astrofisica, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia o nelle nuove strutture di ricerca che stanno nascendo. Il fisico che fa ricerca in generale o è un teorico o uno sperimentale (solo pochi grandi, come Fermi, erano eccellenti come teorici e sperimentali). Il fisico teorico osserva i fenomeni naturali e propone delle nuove teorie per spiegarle. Cioè costruisce dei modelli semplici di un fenomeno che possono essere usati per fare previsioni su quello che succederà. Il fisico sperimentale, invece, arriva a formulare teorie (o dimostra che non funzionano!) progettando esperimenti e raccogliendo i dati. Il fisico sperimentale è anche quello che progetta nuove macchine e nuovi esperimenti.



Ma un fisico può lavorare anche nella ricerca sul clima e l'atmosfera, per esempio in quei centri che si occupano delle previsioni meteo. Come il Servizio meteorologico nazionale, il Ministero dell'ambiente, i servizi meteorologici regionali, i centri di ricerca e di elaborazione dati. Naturalmente, a livello europeo e mondiale vi sono molti cen-

Ora lavoro in una grande azienda italiana e mi occupo proprio di finanza matematica. Ho avuto così la conferma di quanto la matematica sia necessaria nella vita quotidiana!





tri di ricerca di altissimo livello dove lavorano italiani.

Poi c'è il lavoro nelle aziende, dove c'è bisogno dei fisici, per svolgere ricerche sia teoriche che sperimentali per risolvere dei problemi concreti. Ciò per elaborare i modelli delle situazioni reali e per realizzare nuovi strumenti con cui lavorare.

Le industrie principali dove lavora un fisico sono quella elettronica, informatica o delle comunicazioni. Ma c'è anche la sanità: i fisici possono lavorare in ospedale per utilizzare nel modo migliore gli apparecchi radiografici, per esempio, o per progettare i laboratori. Alcuni fisici trovano spazio nel settore dei beni culturali e di quelli ambientali, dove applicano la loro esperienza allo studio dei reperti archeologici o all'indagine di campioni di aria, acqua, suolo, ghiacci per valutare l'inquinamento e per individuare i materiali per le costruzioni.

Un altro sbocco molto importante è l'insegnamento. Per questa carriera è previsto un ulteriore periodo di formazione che avviene dopo la laurea.

I mestieri dei matematici

Lo sapevi che la vittoria della barca Alinghi nell'ultima Coppa America è stata possibile grazie alla matematica? Anzi, grazie agli analisti numerici (uno dei mestieri possibili) che hanno simulato gli aspetti aerodinamici, idrodinamici e strutturali del profilo della barca. Se invece si vuole lavorare nell'industria delle comunicazioni e dell'elettronica ecco, per fare solo un esempio, la professione del crittografo: grazie all'algebra,



T E S T I M O N I A N Z E

PAOLO ROVERO
CHIMICA

Ho studiato chimica organica perché ero attratto dalla possibilità di "sintetizzare molecole", cioè di costruire

con le mie mani i prodotti chimici.

Ma contemporaneamente volevo rivolgermi verso i problemi della biologia.

Oggi, posso dire che quell'aspirazione un po' ingenua si è concretizzata: sono docente di chimica

farmaceutica all'Università di Firenze, faccio ricerca in un laboratorio che si occupa di problemi al confine tra chimica e biologia e mi occupo di una società (la EspiKem Srl) nata dall'incontro tra un gruppo di ricercatori della mia



università e un gruppo di investitori esterni (in gergo, si dice che è uno *spin-off accademico*).

Dopo la laurea il cammino è stato lungo, ma sempre stimolante: ho fatto un periodo di specializzazione in Canada, sono stato

ricercatore in una grossa industria farmaceutica italiana, poi sono passato al Consiglio nazionale delle ricerche. E da pochi anni sono approdato all'università, continuando a cercare i possibili sviluppi produttivi delle mie ricerche. Ma alla

base di questo cammino, sono rimaste le aspirazioni di quando ero studente: l'interdisciplinarietà e l'applicazione della chimica ai problemi biologici.

infatti, è possibile trovare metodi più efficienti per comunicare in modo segreto e sicuro attraverso Internet o la Tv interattiva, o il cellulare, senza che il nostro messaggio venga letto da chi non vogliamo.

Ma se vuoi avere davvero un'idea dei mestieri del matematico, devi pensare più che a dei nomi a delle cose da fare. Nel settore della finanza, ad esempio, i matematici sono molto richiesti per la gestione dei prodotti finanziari complessi, o per fare quelli che definiscono il rischio e cercano di ridurlo (si chiamano "risk management") nelle banche, o per gestire i capitali nei fondi pensione e di investimento. Del resto è ovvio che sia così: la matematica è utile per risolvere i problemi dell'economia perché si fonda su probabilità e statistica. Serve a prevedere, per esempio, l'andamento del prezzo di azioni quotate in borsa o la quantità di traffico che un gestore telefonico o una connessione internet devono soddisfare.



I matematici possono lavorare, anzi lavorano, anche per studiare le malattie (bisogna capire come si propaga una malattia e per questo bisogna conoscere bene la statistica) o per l'industria del suono: l'analisi armonica, per esempio, è fondamentale per chi si occupa di musica.

Poi c'è la ricerca. Si studiano, nelle Università e nei centri di ricerca, problemi teorici molto complessi, delle vere e proprie sfide all'intelligenza umana, come l'ultimo teorema di Fermat. Un giorno saranno questi gli strumenti teorici grazie ai quali la scienza farà nuove scoperte. Ma ci sono altre ricerche nelle quali i matematici sono protagonisti,



T E S T I M O N I A N Z E

ALFIO QUARTERONI MATEMATICA

Iscriverti a matematica non è stata una scelta premeditata. Sono stato convinto all'ultimo momento dai

professori dell'esame di maturità. Poi però mi sono appassionato. Subito dopo laureato ho iniziato a lavorare in un centro di ricerca della Montedison di Novara. Dopo pochi mesi ho vinto un concorso da ricercatore al

Cnr ed è cominciato un periodo di vita entusiasmante. Ho viaggiato in tutto il mondo, da Parigi alla Nasa, in America. Poi sono diventato professore, prima all'Università di Brescia, poi al Politecnico di Milano e ora a Losanna.

come quelle in cosmologia. Grazie ai calcoli e alle tecniche informatiche si seguono e si prevedono i movimenti delle stelle, si valuta la stabilità del Sistema solare (cioè il destino del Sole e dei suoi pianeti), l'esistenza di sistemi planetari intorno ad altre stelle (e, di conseguenza, la possibilità che esistano altre forme di vita nell'Universo).

Infine, c'è l'insegnamento, che è probabilmente lo sbocco più noto ma, in percentuale, meno frequente. Anche per questa carriera è previsto un ulteriore periodo di formazione che avviene dopo la laurea.

I mestieri dei chimici

La chimica offre moltissimi sbocchi professionali ed è difficile elencarli tutti. Anche perché negli ultimi anni il mondo della produzione è diventato sempre più complesso. Sono nate figure nuove, che hanno sempre più bisogno di solide conoscenze scientifiche: alle aziende non basta produrre, occorre occuparsi anche di ambiente, salute, normativa tecnica, sistemi di certificazione, sicurezza, proprietà intellettuale, controllo di qualità, relazioni internazionali, gestione delle risorse, logistica. Il chimico può occuparsi di ognuno di questi temi, all'interno di un'industria che non necessariamente è solo quella chimica.



Il chimico lavora infatti in moltissimi i settori industriali, nella difesa dell'ambiente, nel controllo della sicurezza degli alimenti e a volte entra anche nei tribunali, dove le sue analisi possono diventare fondamentali per la soluzione di un mistero.

Il mio campo è lo studio della dinamica dei fluidi, ho lavorato su modelli matematici in campo aeronautico, nell'ambiente e nella medicina (in particolare nello studio del sistema cardiovascolare umano). Proprio grazie a questi lavori

ho avuto la possibilità di contribuire al disegno dello scafo di Alinghi, l'imbarcazione che ha vinto l'ultima Coppa America di vela. I progettisti del team svizzero hanno chiesto infatti la collaborazione del politecnico di Losanna per le

simulazioni al computer. Quando scegliete la facoltà universitaria, non dimenticate che la matematica ormai è la scienza di base di tutte le altre scienze: dalla biologia all'ingegneria, dalla medicina alle scienze sociali.

L'elenco dei mestieri è davvero lungo. C'è il biochimico, che studia i meccanismi alla base della vita, che spesso lavora fianco a fianco con i biologi, nei laboratori di ricerca più avanzati dove si producono nuovi farmaci, si studiano le infezioni o la reazione dell'organismo a certe sostanze. Il biochimico lavora anche per sviluppare nuovi alimenti e nuovi prodotti per l'agricoltura. Poi c'è il chimico delle catalisi, capace di modulare le reazioni chimiche alla velocità desiderata, una abilità fondamentale in tutti i settori industriali, da quello petrolchimico a quello ambientale, da quello farmaceutico a quello dello smaltimento dei rifiuti.

Un'altra professione è quella del chimico ambientale che si occupa dei rapporti tra le sostanze chimiche prodotte dall'uomo e l'ambiente. C'è anche il chimico degli alimenti che controlla la sicurezza degli alimenti, sviluppa nuove tecniche per la conservazione e il confezionamento dei cibi. C'è il chimico inorganico, che studia gli elementi e il comportamento delle sostanze, e il chimico organico che lavora con i composti contenenti carbonio (quindi quelli che compongono tutti gli esseri viventi, ma anche le plastiche, i prodotti farmaceutici, i cosmetici, le gomme).

Dal punto di vista del lavoro, Insomma, una laurea in chimica offre numerose opportunità, perché il mondo del lavoro riconosce la formazione di un chimico e la sua utilità in numerosi settori.



T E S T I M O N I A N Z E

ALBERTO BORGHI

FISICA

Mi sono laureato in fisica nel 1998 e dal 2000 faccio l'imprenditore. La storia è andata così:

appena laureato, ho continuato a lavorare all'Istituto nazionale per la fisica della materia (Infm) a Modena, dove avevo fatto la tesi, con una borsa di studio dedicata ai rapporti con le imprese. Il mio campo è quello della scienza delle

superfici, in particolare la loro caratterizzazione, applicabile a diversi settori produttivi. Per esempio, ho a che fare con aziende aerospaziali, biomedicali, meccaniche ed elettroniche che hanno bisogno di determinare le proprietà delle

I mestieri dello scienziato dei materiali

Lo scienziato dei materiali è sulla frontiera dell'innovazione. È uno scienziato multidisciplinare: ha un po' del chimico e un po' del fisico. E, come loro, lavora soprattutto nei laboratori e al computer, dove crea nuove molecole.

Gli scienziati dei materiali sono molto richiesti dalle imprese e dai centri che producono innovazione. Questo perché, data la loro formazione, sono in grado, ad esempio, di creare nuovi materiali elettronici, di inventare nuove plastiche con caratteristiche impensabili, come assorbire calore, possono perfezionare vernici per il restauro dei monumenti. Oppure creare nuovi tessuti (come quelli supertecnologici impiegati nelle collezioni di moda o nello spazio), sviluppare sostanze utili per trasportare le medicine nel corpo o per costruire impianti industriali puliti.



Non ti sorprenderai, dunque, se ti diciamo che questa è la laurea che garantisce un ingresso più rapido nel mondo del lavoro. Di scienziati dei materiali hanno bisogno tutti i settori della produzione industriale: elettronica, produzione di plastiche o leghe metalliche, riciclo dei materiali, assistenza tecnica per produzioni ad alta tecnologia.

Anche le università e gli enti pubblici di ricerca richiedono queste nuove figure di scienziati. Ma per ora in Italia ce ne sono pochi. Ne servono molti di più.

superfici dei loro prodotti per individuarne i difetti. Poi, nel 2000, è nata l'idea di mettersi in proprio. Con un amico fisico ho creato una società di servizi che si chiama Star srl (Surface Technological Advanced Research), la cui idea di

fondo è quella di trasferire sul mercato le idee della ricerca. Il nostro progetto è stato supportato a più riprese dalla Regione Emilia Romagna, grazie anche a fondi europei. Sono diventato il presidente della società.

Aver studiato fisica mi ha aiutato. Perché studiare fisica apre la mente e la rende elastica. E non solo a proposito di tecnologia: oltre a fare il fisico imprenditore, sono vicesindaco del mio paese.

Laboratori per scoprire la scienza

Se conosci, se “metti le mani” nella fisica, nella chimica, nella matematica, nella scienza dei materiali, allora puoi capire meglio se ti piace e che cosa ti piace di queste discipline. E quale di queste può diventare il tuo futuro. Ma puoi anche organizzare un percorso di ricerca, da solo o in gruppo, con strumenti adeguati e l'assistenza di insegnanti di scuola superiore, docenti universitari e, dove è possibile, anche persone impegnate nelle aziende.

È un'occasione che ti propone il Progetto Lauree Scientifiche che prevede di organizzare una serie di laboratori nell'ambito di un progetto chiamato “Orientamento pre-universitario e formazione degli insegnanti”. Insomma: è un orientamento fatto attraverso laboratori in cui si prova già ad “assaggiare” il percorso universitario, a viverci dentro. È una iniziativa destinata sia agli studenti che ai docenti, e prevede una serie di laboratori, che potranno essere rivolti o alle classi oppure a gruppi di studenti provenienti da varie classi.

Questi laboratori sono organizzati in accordo tra le università, le scuole e le aziende, e servono anche a migliorare la didattica: prevedono infatti anche un momento in cui i docenti delle superiori si confronteranno con i docenti universitari delle singole discipline, scegliendo assieme dei percorsi didattici che poi verranno proposti agli studenti.

I laboratori di matematica

Per la matematica, i laboratori sono rivolti soprattutto agli studenti del triennio finale delle scuole superiori (3°, 4° e 5° anno, quindi), e in qualche caso anche per quelli del biennio (1° e 2° anno). I laboratori prevedono 30 ore di lavoro, di cui una parte da svolgere in orario scolastico. Queste ore saranno spese prevalentemente nelle scuole, ma anche presso imprese, università, centri di ricerca e musei della matematica. L'idea è quella di proporre problemi e argomenti di matematica in un'ottica interdisciplinare, così da scoprire i legami della matematica con le altre discipline, scientifiche e non, e le sue svariate applicazioni tecnologiche.

I laboratori di fisica

Per la fisica verranno proposti laboratori interdisciplinari, in particolare con le altre aree tematiche coinvolte nell'iniziativa didattica (matematica, chimica e scienza dei materiali).

Gli studenti potranno anche partecipare alla realizzazione di mostre, spettacoli, filmati o installazioni museali, e visitare aziende per vedere "dal vivo" il mestiere del fisico.

Infine, sono previste anche iniziative per valorizzare i talenti: gli studenti che si dimostrano particolarmente dotati potranno seguire corsi avanzati e usufruire di soggiorni-premio presso centri di ricerca anche all'estero.

I laboratori di chimica

I laboratori di chimica saranno orientati prevalentemente agli aspetti sperimentali e fondamentali nella chimica. Ci saranno le attrezzature necessarie per acquisire familiarità con gli strumenti del chimico. Ma si potranno anche visitare i centri di ricerca universitari, per poter toccare con mano come funziona il lavoro del chimico.

I laboratori di scienza dei materiali

Il progetto per la scienza dei materiali prevede attività pratiche di fisica e chimica, le due discipline alla base di questa scienza. Si esplorerà anche la formazione telematica a distanza: con l'utilizzo di prodotti multimediali sarà possibile informarsi sui contenuti fisici e chimici del corso di laurea, e sul ruolo che questa scienza gioca nella società di oggi.

Dove si studia

Potrete trovare informazioni su dove si possono trovare i diversi corsi di laurea a questo indirizzo:
<http://sito.cineca.it/strutture/struttura.html>