

QUATTRO IDEE PER IL FUTURO

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



Progetto Lauree Scientifiche

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

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

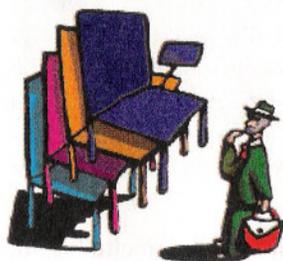
	1989	1991	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Chimica	100	-6,9%	-7,2%	-4,9%	—	-43,0%	-25,0%	-17,0%
Fisica	100	+0,4%	+10,0%	-16,0%	-56,0%	-60,0%	-37,0%	-38,0%
Matematica	100	-5,0%	-17,0%	-41,0%	-56,0%	-63,0%	-60,0%	-58,0%

(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

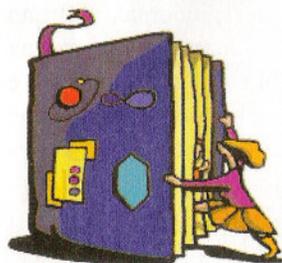
L'Unione Europea ha calcolato che serviranno nel Vecchio Continente altri 700.000 ricercatori da qui ai prossimi quattro o cinque anni. E negli Usa si stima che si creeranno 2 milioni e 200.000 nuovi posti di lavoro nella ricerca entro la

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.

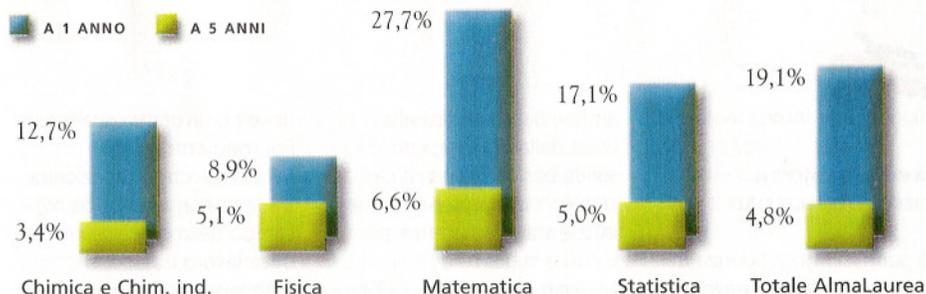
In più studiare queste materie significa trovarsi sulla frontiera della conoscenza, entrare a far parte di una grande comunità internazionale che si scambia idee, scoperte, informazioni, una comunità di gente che viaggia molto e lavora, insegna, impara in tutto il mondo.

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.



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

ASSUNZIONI DI GIOVANI



(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



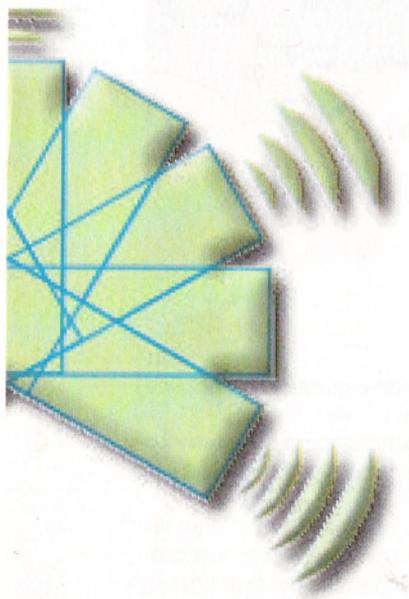
tutto il mondo! Più volte l'anno vado in altri paesi europei, in America o in Asia, per partecipare a conferenze internazionali, a progetti di collaborazione con altre aziende, università o istituti di ricerca o per lavorare nelle sedi della

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».

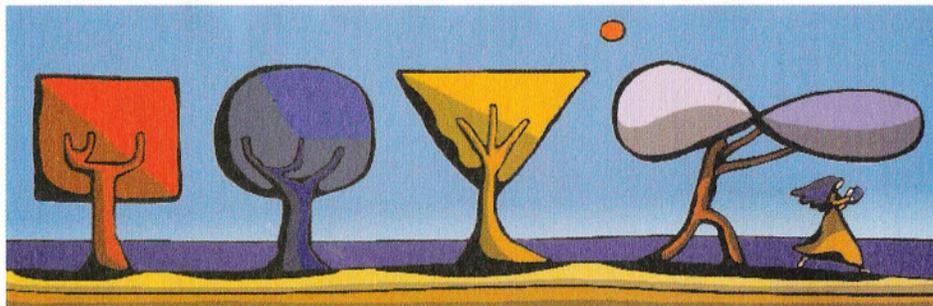


La Matematica

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 dedurne 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.

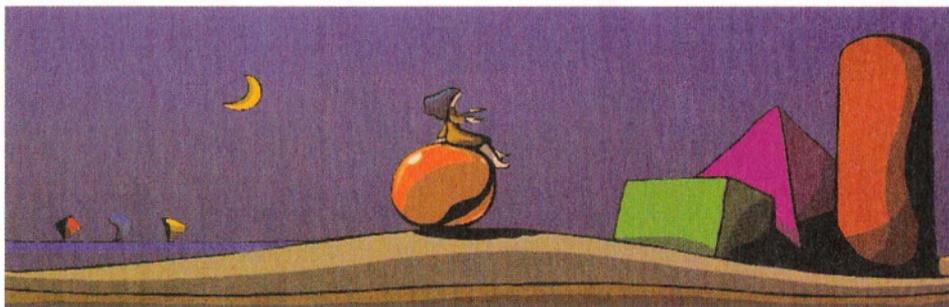


Qual è, dunque, la sua natura? I numeri e le forme geometriche sono entità reali o no? I matematici scoprono o inventano? E se i numeri e le forme geometriche sono reali, com'è che nessuno ha mai incontrato in natura né un 3 né un triangolo? E se non sono reali, ma libere invenzioni dell'uomo, com'è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

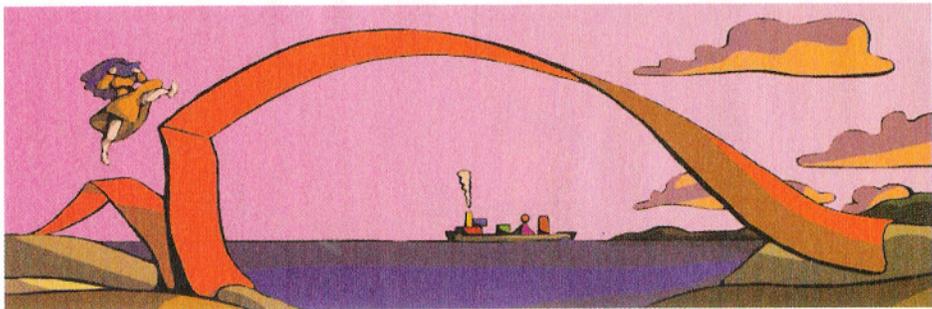
Ma perché la matematica funziona nel descrivere il mondo reale? La straordinaria efficacia dimostrata dalla matematica, e dalla geometria in particolare, nel descrivere l'universo ha sempre stupito



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, tratta come serve 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.

