



# I MATERIALI DEL 2000

## Dalla pietra al syalon

di EDOARDO SEGANTINI

E' il più recente dei nuovi materiali ceramici. Simbolo di una rivoluzione silenziosa destinata a modificare, oltre agli oggetti, la nostra vita. Così cambia il rapporto tra uomo e risorse

Una nuova, silenziosa rivoluzione sta arrivando: è la rivoluzione dei nuovi materiali. Un processo destinato a cambiare, insieme agli oggetti, la nostra stessa vita. Il nostro modo di vestire, di viaggiare, di abitare, persino di comunicare. Non è fantascienza. Le fibre ottiche, ad esempio, quei sottilissimi capelli di vetro lungo i quali corrono le informazioni in forma di impulsi luminosi, sono già una realtà. C'è un'azienda chimica di Stato, l'Enichem, che produce una supercolla per saldare i tendini. Una multinazionale tedesca ha brevettato un tessuto speciale che serve a localizzare i naufraghi. Sono solo piccoli esempi. Ma anche i «vecchi materiali», come l'acciaio e la ghisa, sono oggetto di studi che hanno lo scopo di migliorarne le caratteristiche fisiche e meccaniche.

In un certo senso tutta la storia può essere letta anche attraverso i materiali che l'uomo è riuscito progressivamente a realizzare e a manipolare. Per millenni egli ha usato e consumato ciò che la natura gli offriva, più o meno spontaneamente. Solo una piccola parte dei materiali oggi disponibili era conosciuta duecento anni fa. E se potessimo disporre di una macchina del tempo e andare a ritroso fino ai nostri più lontani progenitori, ci accorgeremmo che, in quell'epoca remota, i materiali usati non erano più di quattro, e tutti offerti dalla natura: legno, pietra, pelle e osso. Poi, dalla manipolazione empirica dei materiali, l'uomo è passato alla fase dello sfruttamento scientifico delle loro caratteristiche meccaniche, elettriche, termiche, ottiche, magnetiche, acustiche.

È in questa fase che si possono scorgere delle vere e proprie svolte storiche. Per esempio la scoperta delle proprietà semiconduttrici del silicio. Da qui, attraverso gradualmente i passaggi, si è giunti alla fabbricazione di circuiti elettrici in miniatura e a quella che ha preso il nome di rivoluzione microelettronica. Tanto che oggi «Silicon Valley», la californiana valle del silicio, è agli occhi del mondo simbolo di modernità e di innovazione tecnologica.

Ma la scienza dei materiali, dopo la manipolazione empirica e lo sfruttamento scientifico, è ad una terza fase. I livelli di conoscenza acquisiti infatti sono tali da rendere possibile la realizzazione di nuovi materiali con caratteristiche prestabilite. Si tratta di una svolta scientifica e culturale ancora più radicale della precedente, un vero e proprio rovesciamento nella filosofia dell'oggetto e del prodotto: dalla progettazione di beni vincolata alle caratteristiche dei materiali conosciuti

si passa alla progettazione di materiali che abbiano caratteristiche specifiche per l'oggetto che si intende realizzare. In poche parole: ieri si pensava all'oggetto da costruire e ad esso si «adattava» il materiale che gli avrebbe dato corpo; domani l'oggetto e il materiale, in pratica, verranno ideati contemporaneamente.

Così, con questa concezione capovolta delle

risorse, ci stiamo avvicinando al nuovo secolo. L'obiettivo è avere prezzi ridotti, prodotti più affidabili, risparmio d'energia. Esempio: il giorno in cui la ricerca in atto nelle case automobilistiche sul motore ceramico dovesse dare frutti (buoni e maturi) sarebbe stato centrato, tra gli altri, l'obiettivo di risparmiare ferro; usando, al suo posto, il materiale più abbondante sulla Terra, cioè la terra.

L'elenco di questi nuovi materiali, che si prestano ad essere usati in una gamma di applicazioni molto più vasta e a costare sempre meno in termini di energia, si allunga ormai di giorno in giorno, come si capisce anche dagli esempi iniziali: dai biomateriali alle fibre ottiche, dalle leghe termoresistenti ai materiali fotonici, dai metalli sintetici agli amorfici al syalon. Eccone una parziale, som-

maria classificazione: FIBRE OTTICHE. Sono forse il più famoso tra i nuovi materiali. Si tratta di filamenti di materiale trasparente (vetro o plastica) lungo i quali l'informazione viene portata sotto forma di impulsi luminosi. Offrono, rispetto ai «vecchi» cavi coassiali in rame, alcuni importanti vantaggi: immunità da disturbi, sicurezza (non generano scintille o cortocircui-

ti), limitatissimi ingombri, bassissima dispersione. Vengono utilizzate nelle telecomunicazioni, in chirurgia (ispezioni visive di punti inaccessibili del corpo umano), informatica, impianti industriali.

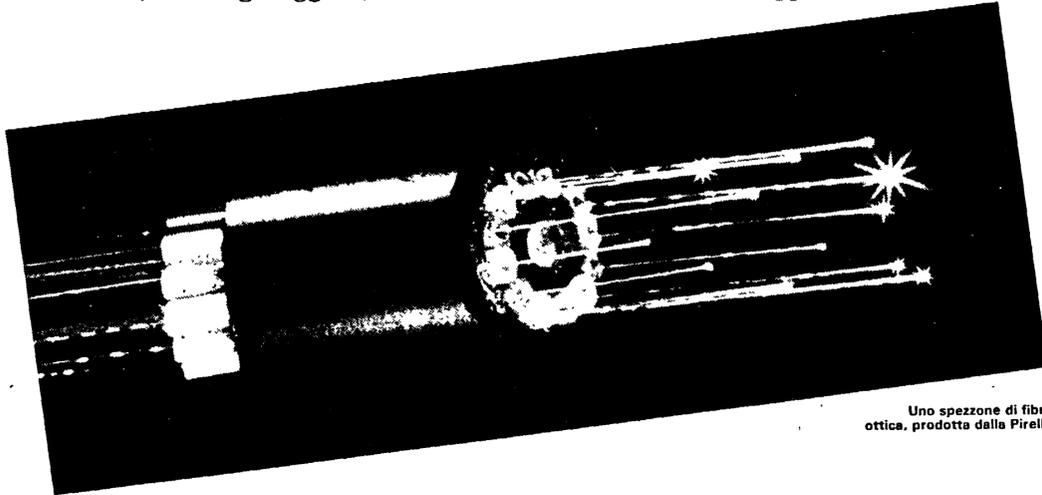
LEGHE TERMOSENSIBILI. Vengono realizzate con una combinazione variabile di elementi (alluminio, cadmio, ferro, nichel, oro, rame, titanio, zinco), in funzione delle caratteristiche desiderate. La loro proprietà più appariscente è la cosiddetta «memoria di forma»: una volta assunta una particolare forma ad una determinata temperatura, essi ritornano costantemente alla forma originaria ogniqualvolta si verifica la temperatura di partenza a dispetto di qualsiasi manipolazione subita a temperature più basse. Sono utilizzate per produrre attuatori termici, dispositivi per l'apertura automatica delle vetrate, guaine termorestringenti per unire sezioni di manufatti senza bisogno di saldatura.

MATERIALI FOTONICI. Sfruttano il fenomeno della cosiddetta «bistabilità ottica» di alcuni cristalli, i quali, colpiti da un fascio di onde luminose coerenti (aventi cioè stessa fase e frequenza) assumono due stati diversi, ovvero riflettono diversamente la luce. Questi cristalli sono alla base delle ricerche sul «computer ottico», un elaboratore molto più rapido di quello attuale che rappresenta il futuro della tecnologia informatica.

METALLI AMORFI. Si ottengono raffreddando a velocità eccezionalmente elevate una massa metallica fusa. Sono una sintesi tra il vetro e il metallo, duttili ma anche tenaci. La loro resistenza non si modifica al variare della temperatura. Sopportano pesi dieci volte superiori a quelli sopportati dai migliori acciai. Le prime sperimentazioni vennero avviate nel 1960 dal professor Duez, al California Institute of Technology di Pasadena.

METALLI SINTETICI. Si chiamano anche plastiche conduttrici. Sono composti organici, sintetizzati chimicamente, che possiedono alcune proprietà dei metalli. Sono leggeri, facilmente lavorabili a bassi consumi energetici, resistenti a forti trazioni, conduttori di elettricità. Gli studi furono avviati a Milano da Giulio Natta, premio Nobel per la chimica, sul poliacetilene.

SYALON. È il più recente dei nuovi materiali ceramici. Realizzato con una lega di nitruro di silicio e di alluminio, è in grado di reggere notevoli sbalzi termici e temperature anche superiori agli 800 gradi centigradi. Per il suo basso indice di usura, viene utilizzato per sostituire l'acciaio nelle articolazioni soggette a sfregamento, produrre motori ad alto rendimento e protesi chirurgiche.



Uno spezzone di fibra ottica, prodotta dalla Pirelli.

I primi materiali che l'uomo impiegò gli vennero forniti dal mondo vivente: il più del corpo degli animali che dai vegetali: le ossa potevano venire impiegate con un minimo di lavorazione e quindi costituivano materiali preziosi: anche a prescindere dalla preziosa sua propria costola, che Adamo sacrificò per ottenere Eva (ma non fu lui stesso a lavorarla), legando una scapola a un femore per mezzo di un tendine si poteva ottenere una specie di vanga; bere direttamente dalle pozze, come fanno gli altri animali, riesce scomodo a un animale che ha adottato la stazione eretta, ma le ossa offrono tazze e bicchieri quando si sappia tagliarle e il corno venne adoperato nelle libagioni fino a tempi recenti. Il rapporto con l'acqua è piuttosto difficile per tutti, ma l'uomo poté allontanarsi dal fiume anche per due giorni e di cammino quando imparò a farsi le bottacce: e la prima efficiente bottaccia fu la vescica urinaria degli animali di grossa taglia.

Abbiamo l'abitudine di parlare di «età della pietra» per designare l'epoca più primitiva dell'evoluzione culturale umana, ma gli oggetti in pietra non sono i primi che l'uomo abbia fabbricato: sono però i più antichi che siano rimasti, in quanto le ossa, le corna, le pelli sono biodegradabili, non si conservano. I cambiamenti nella scelta dei materiali sono così importanti, che vengono assunti a designare le epoche storiche: età della pietra, età del bronzo, età del ferro. L'uomo continua a cercare materiali nuovi, anche al giorno d'oggi, in base a criteri che, in parte, sono sempre gli stessi: un criterio è la funzionalità nell'uso: si può ricavare un coltello taglientissimo da una conchiglia, ma nell'uso si spezza, a differenza di un coltello in pietra; anche la facilità di lavorazione è un criterio antico e moderno: insieme, presiede al passaggio dall'età della pietra

tra all'età dei metalli, e di recente ha modificato l'automobile, introducendovi molta plastica in sostituzione del ferro. Ma al giorno d'oggi si impone la necessità di elaborare criteri che tengano conto delle particolari esigenze dei nostri tempi sono caratterizzati soprattutto dalla sovrapposizione: per soddisfare le esigenze fondamentali dei sette miliardi di esseri umani che saremo tra pochi anni, occorrerebbe che tutte le terre coltivate venissero adibite alla produzione di piante alimentari, perciò nell'elaborazione di materiali nuovi il criterio prioritario dovrebbe essere quello di sostituire materiali vegetali con materiali di origine minerale. Le tecnologie moderne nell'ambito della trasmissione e della conservazione delle informazioni possono contribuire in maniera molto importante al risparmio di carta; il loro sviluppo futuro ci permetterà di risparmiare non solo la carta, ma anche lo spazio che la carta occupa, e quindi le pareti edificare alle quali oggi appoggiamo le librerie, e le librerie stesse. Le fibre sintetiche per l'abbigliamento dovrebbero venire migliorate, rendendone più complessa la struttura, così da renderle

più simili a quelle naturali per termocobbenza e permeabilità. I materiali di origine vegetale e animale hanno una grande superiorità rispetto ai materiali di origine minerale: il loro riciclaggio avviene attraverso l'energia solare, che sorregge tutto il ciclo della materia vivente. Dei minerali, non tutti sono riciclabili: il marmo e la pietra non lo sono, e nemmeno l'argilla, dopo la cottura; i metalli invece sono in larghissima parte riciclabili, ma il loro riciclaggio richiede molta energia, a temperatura così elevata che per ottenerla si consumarono, un tempo, enormi quantità di materiali di origine vegetale (carbone dolce) e da poco più di tre secoli si sono consumate enormi quantità di combustibili fossili. Per quanto molti minerali siano abbondantissimi, il fatto che gli uomini siano una specie enormemente numerosa, insieme al desiderio di livellare il più possibile il loro modello di consumo senza troppo diminuire i consumi delle masse popolari dei paesi capitalisti, induce a adottare come criterio, per l'adozione di materiali nuovi, quello del minor peso (cioè della minima incorporazione di materia) e della massima riciclabilità, oltre che della massima disponibilità di materia prima.

L'uomo va elaborando materiali che non vengono forniti dalle piante e dagli animali, e non sono né metalli né pietra né argilla, solo da un secolo circa, cioè dalla nascita della carbocchimica che poi venne sostituita e ampliata dalla petrolchimica: e in questo secolo ha completamente trascurato alcuni criteri che oggi tutti giudicano ovvii (e che però, nonostante la loro ovvietà, non vengono ancora adottati). L'esistenza di un materiale va suddivisa in tre periodi: la sua produzione e lavorazione, il suo impiego, e il destino al quale va incontro dopo l'impiego. In tutte e tre queste fasi deve presentare alcuni precisi requisiti: deve richiedere poche trasformazioni energetiche (o addirittura, come nel caso dei materiali per l'edilizia, deve durante l'impiego — per mettere con la propria coerenza il massimo risparmio energetico insieme al massimo confort); dev'essere degradabile, non deve esporre a rischio tossico o mutageno o cancerogeno né chi lo prepara né chi lo adopera né chi viene a contatto con i rifiuti; non deve dar luogo, in contatto con altri materiali, alla

di LAURA CONTI

## Fabbrichiamoli con il sole

L'ideale sarebbe ottenere tutto ciò di cui gli abitanti della Terra hanno bisogno unicamente dal ciclo naturale. Le caratteristiche ottimali: riproducibilità, scarso o nullo consumo energetico, biodegradabilità e non inquinamento



Un ciottolo scheggiato circa un milione e 800 mila anni fa, rinvenuto da una spedizione archeologica in Tanzania e conservato presso il National Museum of Kenya di Nairobi.

formazione di composti tossici o mutageni o cancerogeni, e nemmeno alla formazione di composti accumulabili in quanto non degradabili (anche se innocui); le stesse proprietà devono essere possedute anche dagli intermedi, cioè dalle molecole che si presentano transitoriamente durante le diverse fasi della lavorazione, o del riciclaggio, o della eliminazione dei rifiuti che avvenga in modo diverso dal riciclaggio.

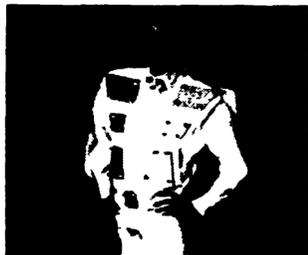
Studiare un materiale nuovo sotto questi diversi profili richiede un livello di ricerca scientifica molto più elevato di quello che è stato raggiunto dalla moderna petrolchimica, che oggi ci appare una scienza molto avanzata ma domani ci apparirà come una tecnica rozza e grossolana. Essa infatti è stata guidata sin qui solo dalle considerazioni economiche, e cioè inizialmente solo dalla preoccupazione di aumentare la produttività del lavoro, la sostituzione delle fibre naturali con fibre sintetiche, e dei pellami con la plastica, avvenne solo perché permetteva di liberare molta forza-lavoro. Successivamente, profilandosi una scarsità di combustibili fossili, si adottarono anche criteri di risparmio energetico:

oggi la scarsità di combustibili fossili è una prospettiva più lontana, dato che negli ultimi anni sono stati individuati molti nuovi giacimenti, ma sarebbe grave se questo attenuasse le preoccupazioni di risparmiare energia, in quanto le trasformazioni energetiche sono sempre aggressive per l'ambiente.

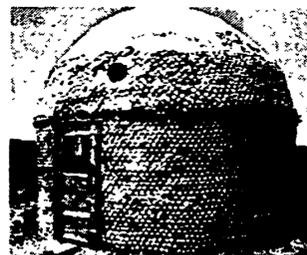
Almeno in linea teorica, una possibilità di soluzioni favorevoli può venire offerta dalla microbiologia e dalla genetica. Teoricamente, infatti, tra i batteri capaci di utilizzare gli idrocarburi si potrebbero ottenere, attraverso mutazioni e selezioni, ceppi capaci di fabbricare diverse sostanze, come materiali di scorta o di rifiuto; come tutti gli organismi viventi, essi lavorerebbero a temperature vicine alla temperatura media del pianeta, e i loro prodotti sarebbero quasi certamente biodegradabili. Naturalmente è di difficile soluzione il problema dei requisiti contraddittori che un materiale dovrebbe avere: anche i materiali, come le persone e come tutto ciò che esiste, hanno difetti del loro pregio. La stabilità è un pregio durante l'impiego, ma è un difetto in fase di trattamento dei rifiuti: è il caso delle plastiche e dei pesticidi. Anche l'evoluzione naturale ha conosciuto questi problemi: aveva bisogno di materiali non digeribili, nella costruzione dei corpi vegetali, e così comparvero — con l'occupazione delle terre emerse — la cellulosa e la lignina; ma, in quanto questi materiali sono indigesti, la loro produzione rischiava di bloccare il ciclo della materia organica; per nostra fortuna comparvero alcune specie — non molte — capaci di digerire anche materiali selezionati per la loro indigeribilità. Il ritardo tra la comparsa di materiali che erano preziosi in quanto indigesti, e la comparsa, in alcune specie, di enzimi altrettanto preziosi in quanto capaci di digerirli, si esprime nella consistenza — maggiore di quanto si credesse 50 anni fa — dei depositi di combustibili fossili.

### Le prossime pagine

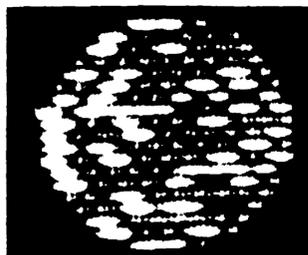
#### AUTO E VESTITI



#### COSTRUIRE E ABITARE



#### SPAZIO E SOFTWARE



#### LE FIBRE OTTICHE



#### IL MATERIALE UOMO



Dei nuovi materiali si conosce poco, eppure sono già entrati nella nostra vita quotidiana. Come ci vestiremo, viaggeremo, abiteremo, comunicheremo in un futuro che in molti casi è già presente? Che fine fanno i «vecchi» materiali, come l'acciaio e la ghisa? Quali è il peso del software, cioè la parte «immateriali» dell'elaboratore? E soprattutto: che sarà della risorsa più pregiata, il «materiale uomo»?

Domande alle quali cerca di rispondere questa nostra inchiesta in 6 pagine, con articoli di Marinella Guatterini, Michele Costa, Oreste Pivetta, Andrea Liberatori, Mario Grasso, Alberto Cadioli, Roberto Fieschi, Italo Cammarata, Giorgio Braochi e Alberto Oliverio.