

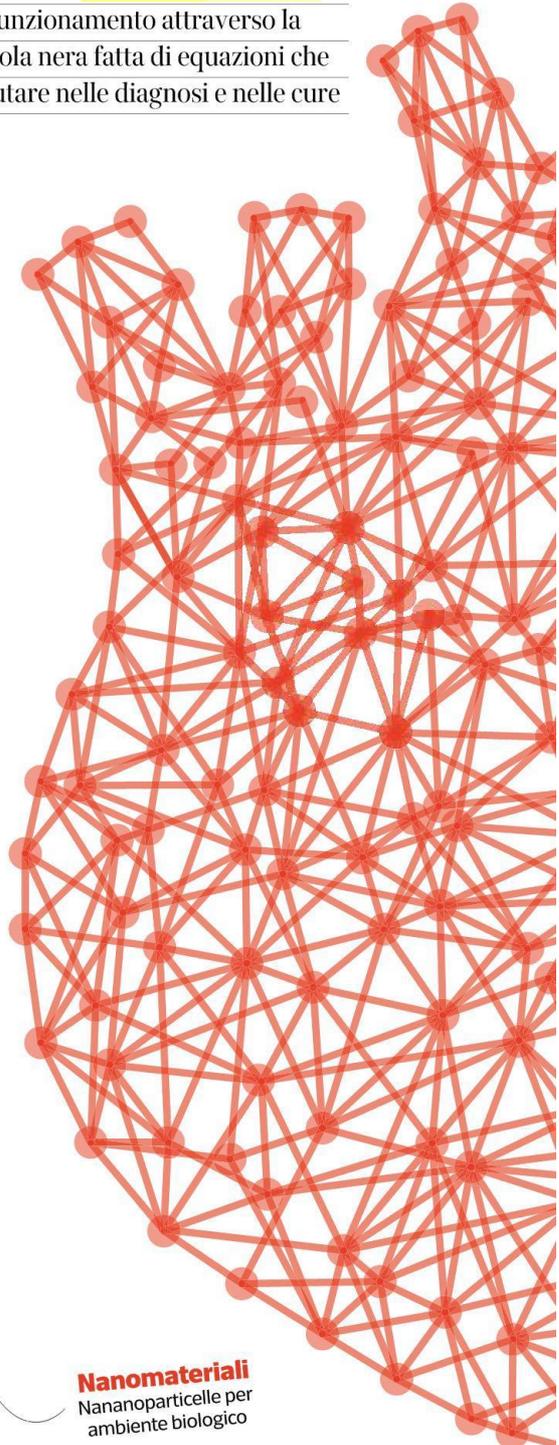
# L'ALGORITMO

Per studiare il nostro muscolo più importante un gruppo di ricercatori del **Politecnico di Milano**, guidati dallo scienziato Quarteroni, sta cercando di decifrarne il funzionamento attraverso la matematica con la costruzione di un modello base. Una sorta di scatola nera fatta di equazioni che descrivono il funzionamento di un cuore sano e di uno malato per aiutare nelle diagnosi e nelle cure

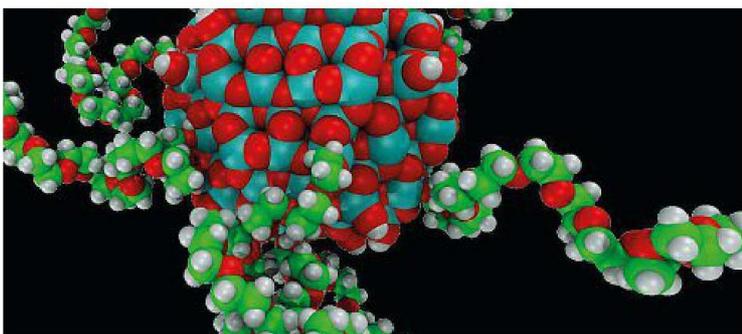
di **GIOVANNI CAPRARA**

**L**a matematica fa bene al cuore. Al **Politecnico di Milano** sta nascendo un modello teorico del nostro più prezioso "muscolo" che ci tiene in vita, ed è frutto di un gruppo di una ventina di ricercatori guidati da un illustre scienziato dei numeri, Alfio Quarteroni. «La sfida è complessa — dice — ma ricca di prospettive». Oggi in Europa il 45 per cento delle morti naturali è legato alle malattie cardiache con un costo per la sanità intorno ai 200 miliardi di euro l'anno. Per la maggior parte si tratta di patologie che si possono prevedere e affrontare attraverso, prima di tutto, una conoscenza diffusa e migliorando gli stili di vita. Ma per compiere un vero balzo bisogna decifrare il funzionamento del cuore nei suoi particolari; dalla cellula che si allunga e contrae alla deformazione dei miliardi di fibre del miocardio, alla propagazione del campo elettrico che agisce da stimolo. E tutto accade nel giro di un battito, in un secondo, consentendo il continuo flusso del sangue ricco di ossigeno dal ventricolo sinistro alla arteria aorta e quindi alle varie parti del corpo. «L'obiettivo è costruire un modello matematico che rappresenti l'intero sistema nelle varie funzioni — spiega Quarteroni —. In pratica realizziamo una sorta di scatola nera fatta di equazioni che descrive tutti gli aspetti del funzionamento cardiaco. Un modello generale di base, dunque, che comporta la soluzione di sistemi complessi formati da centinaia di milioni di equazioni e di altrettante incognite variabili». Il modello viene realizzato con la collaborazione di vari clinici e da esso si partirà per decifrare eventuali condizioni anomale. «Non solo — aggiunge lo scienziato —. Si potrà anche predire l'evoluzione della malattia e prevenire ulteriori passi verso la gravità». Finora, a livello internazionale, diversi gruppi di ricercatori hanno descritto teoricamente parti del sistema cardiocir-

colatorio ma un modello così comprensivo dell'insieme nessuno lo ha mai tentato. «La scatola nera del modello, quindi, sarà in grado di descrivere un cuore sano o malato con le opportune diversità, ad esempio l'età, aiutando diagnosi e cura». Una simulazione tanto complessa richiede l'impiego di grandi capacità di calcolo con i supercomputer. «Ma il passo successivo del nostro lavoro — nota Quarteroni — sarà ridurre la complessità iniziale al fine di rendere il modello matematico risolubile in pochi minuti anche su un palmare e questo lo trasformerebbe da strumento di ricerca a utile mezzo diffuso nella clinica quotidiana». L'impresa del "cuore matematico" battezzata *Progetto iHEART* vinceva nel 2017 il finanziamento Advanced Grant di 2.350 milioni di euro dell'European Research Council (Erc). Per realizzarlo Quarteroni, che insegnava all'Ecole Polytechnique Fédérale di Losanna in Svizzera, decideva di rientrare in Italia, al **Politecnico di Milano**, appunto, dove aveva insegnato in passato e dove aveva creato prima il Mox, il laboratorio di modellistica e calcolo scientifico e poi il Moxoff, spin-off dello stesso **Politecnico**. Durante il suo periodo a Losanna Quarteroni concepiva la barca del team svizzero Alinghi che vinceva due competizioni della Coppa America di vela. Ma la ricerca cardiologica rimaneva l'asse portante delle sue indagini iniziate nel 2004 con un progetto finanziato da Cariplo per migliorare gli stent da inserire nei vasi sanguigni rendendoli idonei al rilascio di un farmaco impedendo processi infiammatori. Questo era uno dei primi progetti finanziati dalla Fondazione Cariplo finalizzati al sostegno delle ricerche nel campo dei "materiali avanzati" comprendenti dall'elettronica alla chimica alla matematica. Lo studio creava le condizioni per vincere il primo finanziamento Erc nel 2008 con il progetto *Mathcard*

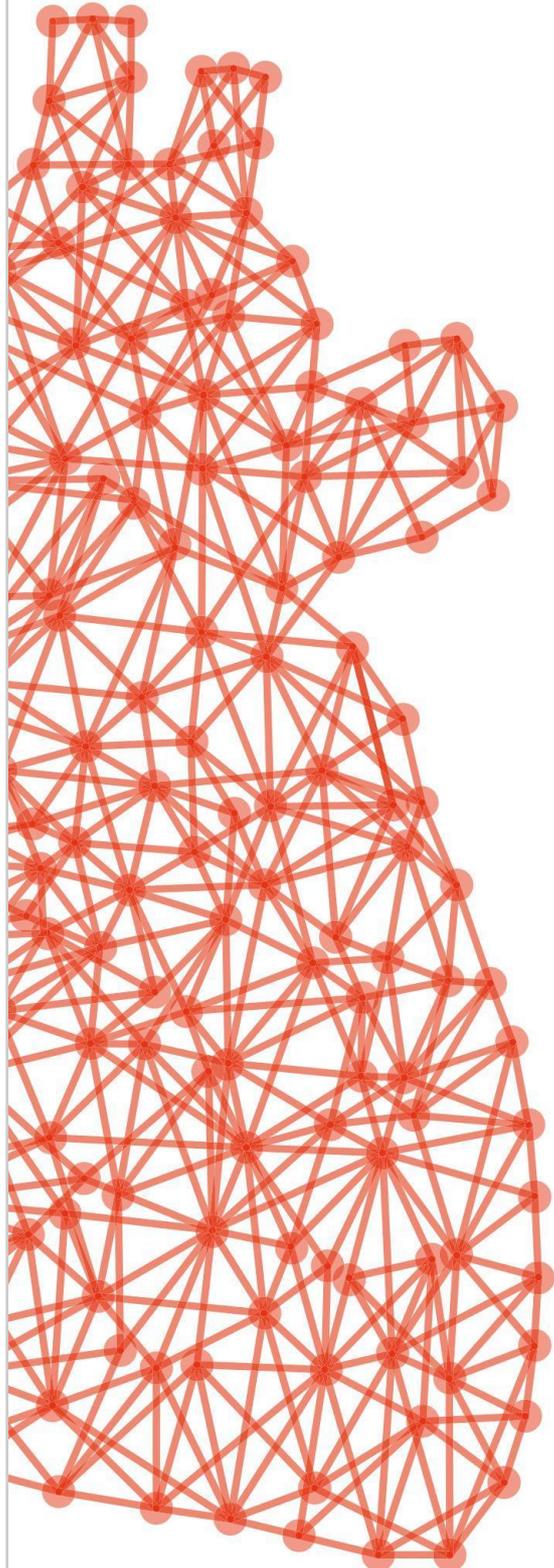


**//**  
Una simulazione tanto complessa richiede l'impiego di grandi capacità di calcolo con i supercomputer



**Nanomateriali**  
Nanoparticelle per ambiente biologico

# DO DEL CUORE



per realizzare un modello della circolazione sanguigna. Nel frattempo conquistava altri due finanziamenti Erc-PoC per analizzare il rischio generato dagli aneurismi addominali dell'aorta, una patologia che se non affrontata, può avere effetti letali.

L'iniziativa della Fondazione favoriva la formazione dei ricercatori, il trasferimento tecnologico alle industrie e l'attivazione di altri finanziamenti da parte degli enti coinvolti. E dal 2003, nell'arco di dieci anni sosteneva con oltre 42 milioni di euro 210 progetti di ricerca coinvolgendo 400 ricercatori e generando 25 brevetti. Il 7 maggio la Fondazione Cariplo, oggi la fonte di finanziamento privato alla ricerca più rilevante in Italia, ha annunciato un nuovo bando per sei milioni di euro assieme alla Regione Lombardia sempre destinato ai "materiali avanzati", strategici nell'innovazione. Inoltre, i progetti sono una base di lancio per i giovani proiettandoli alla conquista di altri progetti internazionali. Come dimostrano altri due scienziati, tra i molti finanziati nel decennio.

Nel 2010 Cristiana Di Valentin dell'Università di Milano-Bicocca vinceva il progetto Cariplo "Nuovi materiali fotocatalitici per la conversione di energia solare basati su eterogiunzioni". «Grazie ai risultati conseguiti — nota Cristiana — sono riuscita a conquistare conoscenze e riconoscimenti internazionali che mi hanno permesso di accedere ai bandi dell'European Research Council e di diventare a partire dal 2016 coordinatrice del progetto quinquennale Erc Consolidator del valore di un milione e 750 mila euro dedicato alla simulazione computazionale di materiali bioinorganici ibridi-intelligenti per la nanomedicina. Battezzato *Bioinohyb* coinvolge otto ricercatori, alcuni stranieri, e le nanoscopiche particelle (di ossido di titanio e ossido di ferro) prima utilizzate per il fotovoltaico e fotocatalisi, si sono poi rivelate preziose anche per fabbricare dei dispositivi attivabili e controllabili dall'esterno del corpo umano, ad esempio con la luce o campi magnetici, capaci di aiutare i nanofarmaci ad arrivare sulle cellule bersaglio malate in modo preciso. E ci riescono aumentando la loro efficacia e la compatibilità con l'organismo, diminuendone la tossicità. «Il primo sforzo della nostra ricerca — spiega Cristiana — riguarda la comprensione dei meccanismi alla base del funzionamento

dei materiali gestendoli così al meglio e migliorandone l'efficacia». La lunga esperienza in celebri università straniere come quella americana di Princeton, i riconoscimenti ottenuti (Medaglia Nasini della Società Chimica Italiana) e gli studi d'avanguardia affrontati con successo aiutavano pure la sua carriera diventando professore all'Università di Milano-Bicocca.

Se nel prossimo futuro già all'orizzonte le nostre finestre cambieranno natura e caratteristiche tanto da diventare oltre che aperture verso gli sguardi esterni anche fonte di energia, lo dovremo alle ricerche condotte da Francesco Meinardi e Sergio Brovelli dell'Università di Milano-Bicocca sempre nel mondo dei nanomateriali. Tutto iniziava con l'illuminazione quando Meinardi dal 2009 coordinava un progetto Cariplo dedicato ai Led organici che aprivano prospettive di applicazioni più efficienti sia per l'illuminazione sia per display utili per computer o Tv. La ricerca poi si allargava realizzando concentratori solari con delle molecole organiche e poi nanoparticelle disperse in lastre di plexiglass. Il lavoro condotto da Meinardi e Brovelli e di nuovo finanziato dalla Fondazione Cariplo permetteva di sviluppare nuove famiglie di cromofori in grado di assorbire parte della luce solare e convertirla in radiazione infrarossa. Essa viene poi convogliata a delle celle solari poste ai margini della lastra che ora costituisce la parte attiva della finestra erogando energia elettrica.

Da decenni si conducono ricerche su questa frontiera nei vari laboratori mondiali senza arrivare a risultati soddisfacenti. L'innovazione dei due ricercatori milanesi, invece, ha permesso di conquistare un risultato applicabile (e la copertina della rivista britannica *Nature Photonics*) aprendo la strada alla creazione di *Glass to Power*, uno spin-off dell'Università di Milano-Bicocca il quale produrrà finestre fotovoltaiche semitrasparenti e incolori capaci di generare fino a 50W per metro quadrato.

Era il passo atteso per integrare la nuova tecnologia energetica, subito brevettata, nell'architettura dei palazzi senza creare problemi estetici. E così ogni edificio può diventare una gigantesca sorgente di energia. Una straordinaria opportunità nata dalla ricerca che diventa business.

© RIPRODUZIONE RISERVATA



## I numeri

**200**

**Miliardi**  
di euro l'anno, i soldi spesi dalla sanità europea per le morti naturali legate a malattie cardiache

**2.350**

**Milioni**  
di euro, il finanziamento Advanced Grant 2017 per il progetto matematico (IHEART)

**2008**

**L'anno**  
del primo finanziamento Erc per il progetto di un modello della circolazione sanguigna

**42**

**Milioni**  
di euro i soldi usati, in 10 anni, per sostenere 210 progetti di ricerca e generare 25 brevetti

**Vetro**  
Fotovoltaico,  
eroga 50W per  
mq di energia