

SCIENZA

Il progetto tutto italiano iHeart elaborerà un modello algoritmico dell'organo Quarteroni: «Come Leonardo da Vinci, applichiamo un metodo interdisciplinare per aiutare i medici»

La matematica dal cuore umano



Cartesio

Conoscenza, una nuova alba per il realismo

MAURIZIO SCHOEPFLIN

Chi ha una certa esperienza di insegnamento della filosofia sa che la gnoseologia, ovvero la branca della ricerca filosofica che si occupa della conoscenza, viene spesso considerata dai discenti come la parte più arida e meno coinvolgente degli studi filosofici. Letica, la politica, l'estetica, persino la metafisica, che pur oggi non gode di grande favore, vengono considerate più avvincenti o, secondo alcuni, soltanto meno noiose. Eppure, anche a questo proposito basta un minimo di dimestichezza con tali materie per sapere che la gnoseologia gioca un ruolo decisivo nell'imprimere un'identità ben precisa a qualsiasi elaborazione filosofica, tanto che è possibile a buon diritto affermare che gnoseologia e filosofia *simul stabunt vel simul cadent*, staranno in piedi o cadranno insieme, dal momento che i loro destini sono strettamente uniti. Tutto ciò è risultato molto chiaro a Paolo Fedrigotti, che ha dato alle stampe un bel volume intitolato *La notte e il sole. Nove lezioni di gnoseologia* (Armando, pagine 160, euro 15,00), nella cui Introduzione l'autore prende, come suol dirsi, il toro per le corna e, volendo dichiarare qual è lo scopo del suo lavoro, afferma senza mezzi termini: «difendere strenuamente e appassionatamente la tesi che individua nel realismo la via maestra della filosofia e che riconosce nella sua prospettiva l'unico metodo capace di svincolare la stessa dalle secche in cui si è incagliata nel corso degli ultimi cinque, sei secoli». Le nove lezioni «vogliono aiutare il lettore a calibrare correttamente il proprio sguardo sull'essere, riconoscendovi un'intelligibilità e un'alterità indipendenti dal suo pensiero». Dinanzi al nichilismo che continua a diffondersi a macchia d'olio e al relativismo dei tanti convinti che esistano solo interpretazioni e non fatti, Fedrigotti brandisce coraggiosamente l'arma del realismo, sicuro che «in tempi come quelli che stiamo attraversando sia più giusto e conveniente additare la luce che esecrare il buio». E per il realismo – sostiene l'autore – oggi sembra spuntare una nuova alba, «dopo quattro secoli infestati dagli spettri del cartesiansimo... dopo tanto fenomenismo inconsapevole di marca kantiana». Quest'alba sarà seguita da un mezzogiorno caldo e luminoso? Difficile a dirsi. Certamente, come si ricordava all'inizio, è in gioco non soltanto il futuro della conoscenza, ma quello dell'uomo nella sua interezza, perché, come afferma nella densa Postfazione Ramon Lucas LC, uno dei pregi del volume consiste proprio nel mostrare al lettore «l'inevitabile ricaduta che la riflessione gnoseologica ha sul versante antropologico, tanto a livello individuale quanto su un piano comunitario». Ad arricchire il libro concorre pure la Prefazione del padre domenicano Giuseppe Barzaghi, che mette opportunamente in luce la nitidezza della scrittura di Fedrigotti.

Arte povera, è morta Maria Merz

È morta Marisa Merz, artista torinese di fama internazionale, considerata l'unica donna esponente della corrente dell'arte povera, gruppo nel quale non fu inclusa e dal quale mantenne un certo distacco. Aveva 93 anni. Moglie di Mario Merz, compagno di vita e di lavoro, e madre di Beatrice, presidente della Fondazione Merz, esordisce negli anni Sessanta esponendo a Torino lavori che anticipano il suo ingresso nel movimento dell'Arte povera. Nel 1967 partecipa alla prima mostra dell'Arte povera, curata dal teorico della corrente Germano Celant, alla Galleria La Bertesca di Genova. Intorno agli anni Settanta la ricerca di Marisa Merz diventa più eccentrica: l'artista raccoglie, combina e ridefinisce proprie opere precedenti e gi suoi interventi acquistano un carattere compiutamente ambientale. Presente alla Biennale di Venezia nel 1980, partecipa a Documenta a Kassel nel 1982 ed espone in numerose personali e collettive in Italia ed Europa. Tra il 2017 e il 2018 realizza una mostra itinerante inaugurata al Metropolitan Museum di New York. Nel 2013 la Biennale di Venezia le ha conferito il Leone d'oro alla carriera.

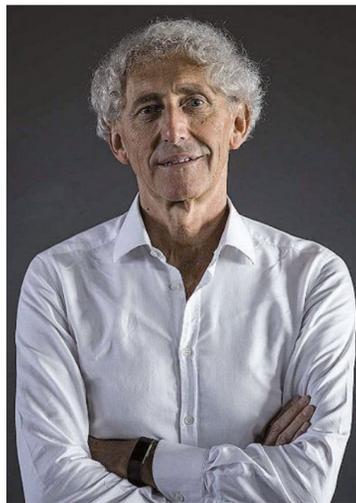
Al Senato "Sei mia" di De Nardis

Martedì 23, alle 14, presso la sala Caduti di Nassirya del Senato, istituzioni a confronto sul tema della violenza sulle donne. L'occasione è la presentazione del libro *Sei mia. Un amore violento* (Bordeaux, euro 16,00) della conduttrice televisiva Eleonora De Nardis, che racconta – in forma di romanzo – una vicenda drammatica a lieto fine, in cui la chiave di volta diventa la solidarietà che parte dalla famiglia. Interverranno Valeria Fedeli, Lucia Annibali, Valeria Valente e Marta Bonafoni; modererà Marco Buemi.

SILVIA CAMISASCA

«Sempre raggirando e voltandosi»: così, torna alla fonte con ciclo continuo l'acqua sulla Terra: essa non è infinita, ma scorrendo dai fiumi ai mari, nutre il pianeta. Allo stesso modo in cui il sangue, attraverso vene e arterie, alimenta il nostro corpo. Solo lo sguardo di artista, e scienziato, capace di cogliere le assonanze tra i diversi elementi della natura ed estrarne metafore uniche, come fu quello di uno spirito libero quale Leonardo, poteva indagare i più profondi misteri dei meccanismi vitali, passando da analogie naturali a speculazioni filosofiche (motivo da secoli di attrazione di grandi pensatori), dando prova di un'interdisciplinarietà rara, persino ai giorni nostri, a cinquecento anni dalla sua scomparsa. Anzi, la necessaria rivoluzione nel rapporto tra scienze, oggi tanto inseguita ed auspicata, impone prepotentemente – in tutta la sua attualità, e modernità – l'eredità del «Modello Leonardo»: solo un intenso dialogo tra discipline, apparentemente distanti, getta le basi per l'individuazione di soluzioni altrimenti inimmaginabili. E così, nell'anno dedicato al genio vinciano, proprio la profonda intesa tra medicina e matematica, che Leonardo sperimentò e praticò, è diretta antenata di un nuovo campo d'indagine, in forte ascesa, ibrido di scienza ed arte: «Come l'anatomia artistica allora, la medicina computazionale è a buon titolo l'arte del nostro secolo»

afferma Alfio Quarteroni, docente di Analisi numerica al Politecnico di Milano e già vincitore dell'Erc Advanced Grant per il progetto iHeart (premio dell'Unione Europea del valore di 2,5 milioni di euro) –. In questo caso, l'obiettivo è creare un modello matematico completo del cuore umano, che includa e integri tutti i processi fisiologici concorrenti a quella complessità che Leonardo definiva spirito vitale e noi vita». IlHeart non punta solo ad una minuscola ricostruzione delle più profonde interazioni del cuore, ma a predirne le dinamiche, così da offrire un valido strumento capace di affiancare cardiocirurghi e cardiologi nello studio di geni e trattamento di malattie cardiovascolari. «È l'inizio di un nuovo Rinascimento – dichiara Quarteroni – in cui, grazie a sistemi di equazioni differenziali non lineari estremamente complesse, vengono affrontati problemi di rilevanza clinica come mai in precedenza». Una sinergia tra discipline che si tradurrà in esami meno costosi e invasivi per il paziente e in un supporto in tempo reale per gli esperti del mestiere. **Quale interesse nutre un matematico nei riguardi del cuore?** Da diversi anni si ricorre diffusamente a modelli che descrivono fenomeni naturali, quali inondazioni e terremoti, che sviluppano il design per nuovi prodotti, o che aumentino le prestazioni sportive di atleti o interi team. Ora, però, il grado di complessità imposto dalla sfida della conoscenza del comportamento dei processi vitali è molto più alto: spiegarli con la matematica ha inevitabile punto di approdo il cuore. **Che ha la prima e ultima parola sul funzionamento dell'affascinante macchina umana.**



Il matematico Alfio Quarteroni, docente di Analisi numerica al Politecnico di Milano e coordinatore del progetto iHeart

IL CONVEGNO

Tre giorni a Villa Toeplitz

Matematica e medicina saranno protagoniste del convegno «Modelling the cardiac function», organizzato nell'ambito del progetto iHeart. Riprodurre virtualmente il nostro cuore, fornendo non solo un minuscolo modello descrittivo delle interazioni interne, ma un prototipo capace di predirne le dinamiche, che possa essere utile strumento a supporto dei clinici impegnati nello studio di geni e trattamento delle malattie cardiovascolari, è l'obiettivo del progetto. Per fare il punto sui più recenti sviluppi in materia di modellizzazione matematica e simulazione numerica della funzione cardiaca, nella cornice di Villa Toeplitz a Varese, nell'ambito della prestigiosa Riemann international school of Mathematics, diretta da Daniele Cassani (dipartimento di Scienza e alta tecnologia dell'Insubria) si terrà un evento (22-24 luglio) riservato ai ricercatori, più esperti a livello mondiale, della «matematica del cuore». Interverranno Dominique Chapelle, Miguel Fernandez, Rolf Krause, Gernot Plank, Nicolas Smith, Natalia Trayanova, Antonio Corneo, Antonio Frontera. (S.Cam.)



GLI ESPERTI

Dall'analisi numerica alla programmazione delle terapie cliniche

«Il cardiocirurgo guarda alla migliore soluzione per il singolo paziente: non è quasi mai quella ideale, ma è la scelta ottimale per quella specifica situazione», anticipa Antonio Corneo, del Centro cardiaco dell'East Midlands e specialista all'Ospedale di Leicester, alla vigilia del suo intervento al Rism 2019 – perché non esistono due casi identici e uno stesso cuore, in diverse condizioni e ore della giornata, riporta parametri variabili quali la frequenza cardiaca o la pressione sanguigna». Il lavoro del cardiocirurgo è simile, dunque, a quello di un artigiano, che si trova ad operare in circostanze sempre nuove e a riadattare ogni volta le proprie conoscenze a quanto ha per le mani. Diverso è l'approccio alla realtà del matematico, che, al contrario, tratta dati e informazioni con oggettività, distacco e precisione. Il confronto tra questi due modi complementari di rapportarsi alla realtà e di indagarla è un passaggio obbligato all'interno del necessario dialogo tra medicina e matematica, alla base della modellizzazione dei sistemi non deterministici, caratteristici di tutte le strutture biologiche viventi. «Al momento, possiamo fornire ai medici uno strumento che permetta una migliore comprensione di una particolare patologia o di un fenomeno in corso. Non abbiamo ancora un impatto diretto sul singolo paziente, ma supportiamo il cardiocirurgo nell'interpretazione dei dati registrati. I nostri modelli, fondati su

leggi fisiche, non riproducono solo quanto osservato, ma garantiscono di accedere a tutta una casistica di informazioni non direttamente misurabili», spiega Stefano Pagani, ricercatore del team iHeart e collaboratore in sala operatoria dei clinici Paolo Della Bella e Antonio Frontera dell'Ospedale San Raffaele di Milano, con i quali ha assistito a interventi di tachicardia ventricolare e fibrillazione atriale. «La messa in campo di nuovi strumenti permetterà di simulare l'evoluzione di particolari condizioni cliniche, impossibile con gli strumenti della medicina tradizionale» sottolinea il coordinatore del progetto, Alfio Quarteroni. «La risoluzione delle equazioni può fornire dati interessanti, ad esempio, per la programmazione della terapia di risincronizzazione cardiaca, quando il muscolo cardiaco presenta un'asinchronia tra ventricolo sinistro e destro», racconta Christian Vergara, docente di Analisi numerica al Politecnico di Milano e membro del team iHeart. Tra le altre collaborazioni avviate dal progetto figurano quelle con le équipes di Roberto Scrofani dell'Ospedale Luigi Sacco di Milano, di Gianluca Pontone del Centro Cardiologico Monzino e di Stefano Marianeschi dell'Ospedale Niguarda. «È uno scambio: i matematici acquisiscono un po' di manualità artigiana e i medici un po' di attitudine al metodo rigoroso tipico delle scienze dure», sintetizza Corneo. **Silvia Camisasca**

Veramente di gran fascino! Come riesce, un organo tanto piccolo e quasi completamente cavo, a sostenere lo sforzo di nutrire le 75 milioni di cellule dell'organismo, espellendo ben 75 milioni di barili di sangue nell'arco di una vita? Quale teoria fisica può spiegare questa evidenza scientifica? E come è traducibile in termini squisitamente matematici? La matematica, del resto, era già entrata nell'ambito cardiologico. In effetti, è stata utilizzata in passato per simulare, ad esempio, la formazione di placche aterosclerotiche e la conseguente riduzione del lume di arterie, quali carotidi o coronarie. Da allora, interpellati dai medici per meglio descrivere i problemi complessi, i matematici hanno sempre più "frequentato" l'ambiente medico, sviluppando modelli via via più sofisticati, fino a ricostruire matematicamente l'intero sistema circolatorio umano.

Quale descrizione del cuore propone iHeart?

Per risolvere il solo campo elettrico, è necessario tradurre il modello in un algoritmo di decine di milioni di incognite, e per la componente fluida (il moto del sangue in atri e ventricoli), ne occorrono centinaia di milioni. Sistemi tanto elaborati richiedono modelli mobili su più scale spaziali e temporali: dal mi-

crometro, proprio dell'elettrofisiologia, al centimetro, caratteristico della dinamica cardiaca, e, dal microsecondo al secondo. Per cogliere tutta l'ambizione del progetto, si pensi che – per riprodurre un solo battito cardiaco – occorre una settimana di calcoli del più potente supercomputer europeo, capace di controllare centinaia di miliardi di operazioni al secondo. Inoltre, la comparsa di nuovi strumenti significa, non solo trovare risposte a quesiti aperti, ma porsi domande altrimenti nemmeno pensabili.

Può fare esempi in cui il vostro modello affiancherà i medici? Penso alla scelta della strategia operatoria nei casi di patologie in cui si rendesse opportuno l'intervento chirurgico: per l'individuazione, ad esempio, a fianco dei cardiologi, delle zone migliori per le ablazioni, in presenza di comportamenti irregolari del campo elettrico, o, a fianco dei cardiocirurghi, per la progettazione ottimale dei bypass coronarici. Sarà possibile fornire un importante contributo anche alle operazioni neonatali su bambini affetti da malformazioni cardiache.

Verrà prodotta una mole di dati di non semplice gestione. Come ci si organizzerà? Come nel Rinascimento, aprire nuovi grandi biblioteche! Non più scaffali di libri e volumi, ma accuratissime simulazioni matematiche, cui accedere per agevolare l'operazione su soggetti nuovi. Saranno biblioteche dal valore esponenziale, perché – con il patrimonio di dati già raccolti – sarà possibile adattare ai pazienti le informazioni in possesso, senza ricostruire ogni volta un prototipo ex novo.