

**Tecnologia**

NICOLA PUGNO  
POLITECNICO DI TORINO

**E'** successo a tutti di passeggiare in montagna, su un sentiero poco frequentato, e di imbattersi in una ragnatela, provando un inevitabile fastidio.

Colpa della dimensione ridotta dei fili, che la rendono difficilmente visibile, esattamente come è richiesto dalla necessità di catturare le prede. Ma il fastidio è anche dovuto alla resistenza delle ragnatele stesse, paragonabile a quella dell'acciaio, anche se decisamente più leggera: nonostante la quasi invisibilità dei fili, la forza necessaria per romperli è avvertibile anche da un essere umano, che non può non percepire le loro caratteristiche adesive.

**Nicola Pugno  
Ingegnere**

**RUOLO:** E' PROFESSORE DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI E RESPONSABILE DEL LABORATORIO DI NANOMECCANICA BIO-INSPIRATA «GIUSEPPE MARIA PUGNO»  
**RICERCHE:** NANOMECCANICA  
**IL SITO:** HTTP://STAFF.POLITO.IT/  
NICOLA.PUGNO/

La proprietà più sorprendente della ragnatela, comunque, resta quella che in gergo si definisce «tenacità». Con «tenacità» di un materiale si intende la capacità di dissipare energia, qualità che non è strettamente correlata alla resistenza. Quest'ultima, infatti, è spesso elevata anche in sostanze fragili. Per avere una idea di quanto tenace sia una ragnatela basta pensare che, se fosse «alzata di scala» in modo da rendere un insetto simile a un aeroplano, ad esempio con cavi di 1 centimetro di diametro, questa sarebbe in grado di stoppare la corsa di un Boeing 747. In effetti, una libellula, capace di raggiungere i 50 chilometri all'ora, non potrebbe mai essere bloccata, se non da fili che abbiano proprio i formidabili poteri di quelli tessuti dai ragni.

E' noto che queste «architetture» sono costituite da una matrice proteica semi-amorfa, all'interno della quale si trovano «affogati» dei nanocristalli bidimensionali. Se la struttura della proteina assomiglia a un groviglio (e mostra delle interazioni deboli), i nanocristalli hanno dimensioni di 3 nanometri, 30 volte la dimensione di un atomo, e sono quindi piccolissimi.

Eppure, nonostante questi legami deboli, la ragnatela si rivela molto resistente. Come è possibile un simile fenomeno?

Quando si prova a romperla, la



Le ragnatele possiedono una forza straordinaria: è difficile che un insetto possa sfuggire al loro abbraccio mortale

# Perché la libellula teme le ragnatele

## Se fosse un jet, i fili fermerebbero un Boeing

proteina si «sgroviglia» e, poi, nel momento in cui l'allungamento raggiunge all'incirca il 13%, i legami deboli trasversali (quelli dell'idrogeno) cominciano a rompersi e la struttura diventa via via meno rigida (la metà del valore iniziale), ma in grado di dissipare molta energia a causa della rottura dei legami stessi. Raggiunto il 48% dell'allungamento, la proteina si è «sgrovigliata» completamente ed è a questo punto che entrano in gioco i nanocristalli: sono loro a irrigidire la struttura - 10 volte il valore iniziale - e, soprattutto, a rendere il tutto estremamente resistente.

Poco prima della rottura, e precisamente al 63% dell'allungamento, avviene poi un fenomeno inusuale. E' lo «stick-slip» tra i nanocristalli, vale a dire l'alternanza di aderenza e di scivolamento (cioè

che accade nelle porte cigolanti). Questo fenomeno incrementa l'energia dissipata a causa dell'attrito associato allo scorrimento tra i nanocristalli di un ulteriore 23%. Quando, infine, l'allungamento arriva a un valore del 67%, la ragnatela cede.

Se immaginassimo di aumentare la dimensione dei nanocristalli anche di poco, da 3 a 6,5 o a 10 nanometri, le proprietà meccaniche verrebbero modificate drammaticamente, inducendo una diminuzione del cosiddetto «allungamento a rottura» (del 60% o 55% rispettivamente), della resistenza (33% o 67%) e della tenacità (43%

o 63%), prima di tutto a causa dell'assenza del fenomeno di «stick-slip». Questo suggerisce che la dimensione caratteristica di 3 nanometri sia necessaria per massimizzare la sinergia tra nanocristalli e matrice. I calcoli nell'ambito del progetto «Mitor», realizzato in collaborazione tra Markus Buehler del Mit di Boston e il Politecnico di Torino (e finanziata dalla Compagnia di San Paolo)

**LA RESISTENZA**

I nanocristalli sono affogati nella struttura di una proteina

**LO STUDIO**

E' stato realizzato dai Politecnici di Torino e Milano con il Mit

- sono stati pubblicati da «Nano Letters».

La prossima volta che ci imbatiamo in una ragnatela il fastidio dovrebbe lasciare il posto allo stupore.

**ANALISI**

## La falsa mitologia della mente separata dal cervello

SEGUE DA PAGINA 23

MAURILIO ORBECCHI

Paola Rocca e Filippo Bogetto in «Fotografare il cervello» mostrano come qualsiasi stato della mente abbia una localizzazione cerebrale e ciò vale non solo per le patologie neurologiche, ma anche per quelle psichiatriche come la schizofrenia, le depressioni e per i normali stati psicologici come le emozioni. Anna Berti, in «Neuropsicologia della coscienza», esponendo i suoi studi sulle funzioni mentali in individui che hanno subito incidenti, si occupa del tema della coscienza, addentrandosi anche in temi filosofici.

Dall'integrazione di questi due modi di fare ricerca, da un lato sui luoghi cerebrali attivi durante determinati comportamenti, dall'altro su come funziona la mente quando sono lesi alcuni settori del cervello, risulta chiaro come né la mente né la coscienza siano caratterizzate da un'unità del tipo «tutto o nulla». Il sistema appare composto da parti funzionalmente separate, chiamate con nomi differenti da autori diversi.

Quando uno o più di questi circuiti è lesionato, viene meno solo l'espressione mentale correlata alle corrispondenti parti biologiche e non il resto della mente (o della coscienza). Queste parti, relativamente autonome, sembrano corrispondere ai «moduli» del cognitivismo o ai «meccanismi» della psicologia evoluzionistica; un buon punto a favore dell'esempio proposto da Tooby e Cosmides, secondo i quali l'organo mente-cervello assomiglia più a un coltello svizzero multifunzione configurato per specifici problemi piuttosto che a una lama buona per ogni uso.

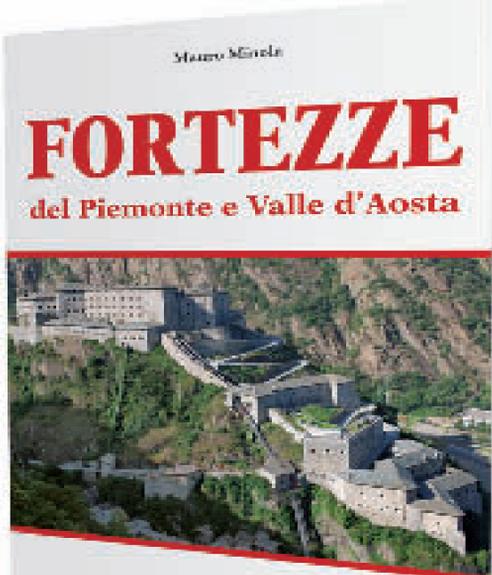
Gli studi in questo settore sono quindi importanti anche per i biologi evoluzionisti e per i filosofi della mente, che possono rivolgersi alle neuroscienze per trovare una soluzione a una battaglia ultradecennale: per molto tempo si è discusso se la mente e la coscienza fossero un'unità o una sorta di risultato computazionale di ciò che emerge dall'insieme del lavoro di innumerevoli parti differenti. I risultati che delle ricerche neuroscientifiche stanno dando ragione alla seconda ipotesi: la mente e la coscienza non sono una proprietà unitaria, ma un prodotto di sottoinsiemi distribuiti nel cervello. Lo stesso lo appare più come una sensazione derivata dall'integrazione di processi mentali frammentari che come un'unica realtà, localizzabile da qualche parte.

Ricerche come queste hanno profonde ricadute filosofiche. L'indipendenza della mente, della coscienza e dell'io dal cervello sono ormai mitologia e nessuna riflessione sull'essere umano può prescindere da una visione naturalistica. Chi è rimasto impigliato nel postmoderno può verificare che le produzioni culturali umane hanno basi biologiche dalle quali non si può più prescindere. Negare ancora la correlazione mente-cervello sembra più una pigrizia intellettuale che una vera e differente visione della realtà.



A caccia della mente

- La cittadella di Torino
- La rocca di Verrua
- La cittadella di Mondovì
- La fortezza di Pinerolo
- Il forte di Demonte
- Il forte della Brunetta di Susa
- Il forte di Ceva
- La cittadella di Alessandria
- Il forte di Gavi
- Le fortezze di Villafranca di Nizza
- I forti della linea Cadorna
- Il forte di Bard
- La piazzaforte del Moncenisio
- Il forte Bramafam
- Il forte di Exilles
- La batteria dello Chaberton
- Il forte di Fenestrelle
- Il forte di Vinadio
- Lo sbarramento del Colle di Tenda



Distribuito nelle edicole del PIEMONTE e della VALLE D'AOSTA  
Nel RESTO D'ITALIA su richiesta in edicola (Servizio M-DIS) - Servizio clienti: n° verde 800.011.959

Da giovedì 29 luglio in edicola a soli 8,90 in più



www.lastampa.it - www.susalibri.it

(segue da pag. 20)

E' mancato all'affetto dei suoi cari  
**cav. Giuseppe Destreri**  
anni 75

Lo annunciano sorelle, fratello, cognati e nipoti. Rosario il 28 luglio 2010 alle ore 18 in cappella parrocchia S. Rita, Funerale il 29 luglio 2010 alle ore 9.  
-Torino, 27 luglio 2010  
O.F. S. Rita - tel. 011.3291978

E' mancata  
**Gianna Santagata**  
**ved. Debarbieri**

Lo annunciano i figli Marina, Mario con Rosy, il nipote Luca, parenti tutti. Un ringraziamento a Viorica. Per orari telefonare dalle 14 alle 18.  
-Torino, 27 luglio 2010  
O.F. Giubileo 011.6678 - 30 Linee R.A.

E' improvvisamente mancato  
**Mario Toldo**

Ne danno annuncio a Funerali avvenuti la moglie Anna e la figlia Monica. Un sentito ringraziamento alla dottoressa Paola Massucco, alla signora Maura e a tutto il reparto di Diabetologia dell'ospedale S. Luigi di Orbassano.  
-Torino, 25 luglio 2010

**Gian Luigi Falabrino**

non c'è più. Lo annuncia con profondo dolore la moglie Franca. Il Funerale avrà luogo mercoledì 28 luglio alle ore 11 nella chiesa di Santa Maria Incoronata di corso Garibaldi 116, Milano.  
-Milano, 27 luglio 2010

Non è più qui  
**Raffaella Castagna**

Lo annunciano Katia e Mauro. Funerali giovedì 29 luglio ore 10,30 con benedizione al Cimitero Monumentale di Torino, corso Novara.  
-Orbassano, 26 luglio 2010  
O.F. Astra - tel. 011.280901

La Direzione e il personale della Casa di Cura e di Riposo San Luca ricordano  
**ing. Carlo Ferraris**  
uno dei fondatori della Clinica.  
-Pecetto, 27 luglio 2010

**ANNIVERSARI**

2009 2010

**Gabriella Allasia**

Ci manchi tanto. Mamma e parenti tutti. La Messa, 29 luglio presso chiesa S. Spirito ore 18, via Moncalieri, capolinea 55, Gerbido.  
-Torino, 25 luglio 2010

2005 2010

**Giuseppe Necco**  
Incancelabile il tuo ricordo.

1996 2010

**prof. Giovanni Chissotti**  
Sempre ricordato. Rosetta, Mimmo ed Elisa.

2009 28 LUGLIO 2010

**Stefano Pasquariello**  
**ottico**  
E' trascorso un anno, il tuo sorriso, il tuo amore non si dimenticano facilmente.  
-Torino, 28 luglio 2010

2009 28 LUGLIO 2010

**Rita Zanol Armentano**  
Ti ricordiamo ogni giorno. I tuoi figli Rosy con Gianni e Marco con Silvana; Giuseppina e Giuseppe con Monica e Andrea.

**ORARIO ACCETTAZIONE**

**NECROLOGIE ED ADESIONI**

Sportelli \* Salone La Stampa - Via Roma 80  
Lunedì-Venerdì 9-18 (apertura continua)  
Sabato 9-12,30 - Tel. 011 6665259  
Sportelli \* Via Marengo 32  
Lunedì-Venerdì 8,30-21 (apertura continua)  
Sabato ore 8,30-12,30; 15-21  
Domenica e festivi ore 18-21 - Tel. 011 6665258  
Sportelli \* Cas. Tortona 24  
Lunedì-Venerdì 8,30-18,30 (apertura continua)  
Sabato ore 9-12,30 - Tel. 011 8128830  
Acquilia telefonica adesioni (solo privati):  
011.66.48.711 Lu/Ve ore 9,30-13 e 14-17  
011.66.65.280 Lu/Sab ore 17-20  
Domenica e festivi 18-20