



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI FISICA

Sistemi Complessi

Alberto Vailati

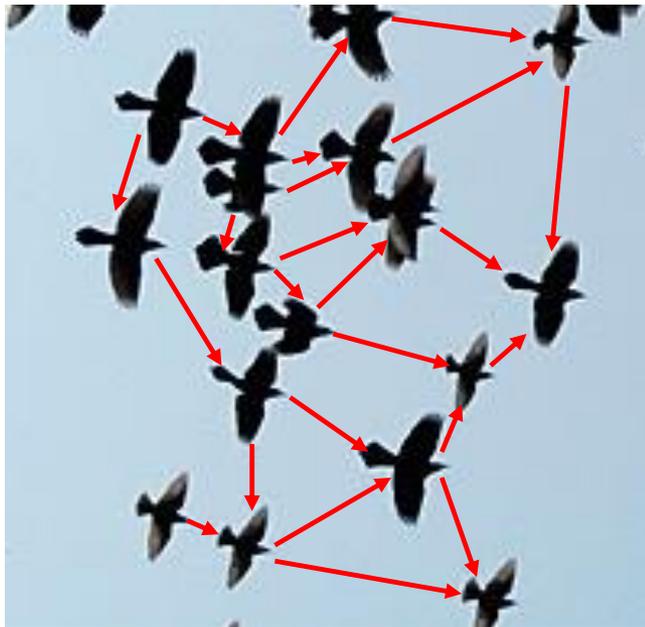
Sistemi Complessi

Interazioni locali tra
entità elementari

- Particelle
- Molecole
- Animali
- Cellule
- Persone



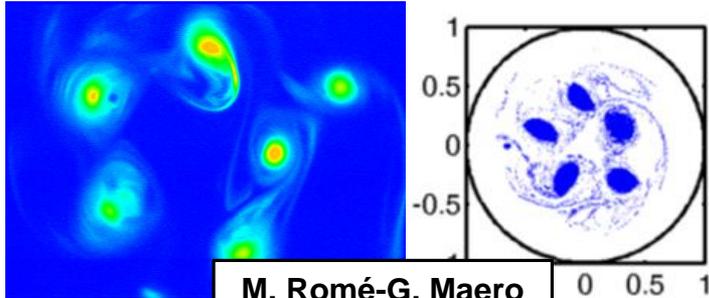
Comportamenti
cooperativi inattesi



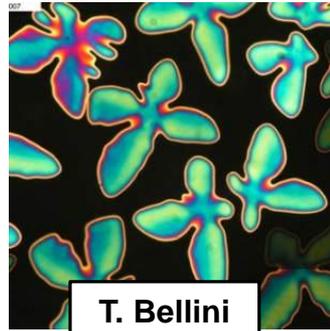
<https://www.youtube.com/watch?v=eakKfY5aHmY>

Strutture auto-organizzate

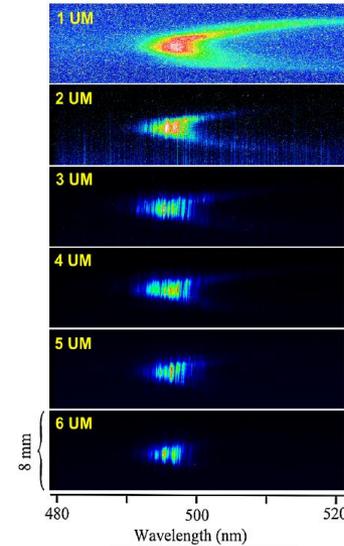
Auto-organizzazione



M. Romé-G. Maero



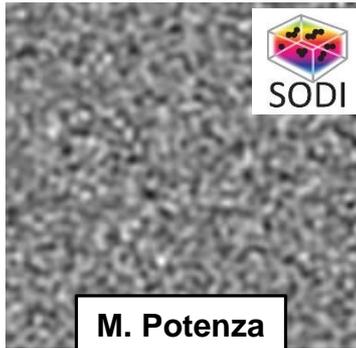
T. Bellini



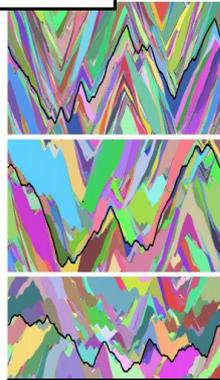
V. Petrillo

Interdisciplinarietà:

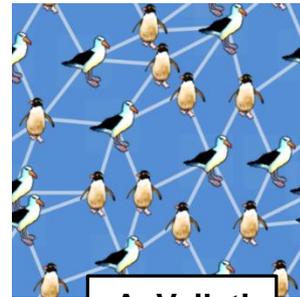
- Fisica
- Biologia
- Chimica
- Scienze sociali



M. Potenza



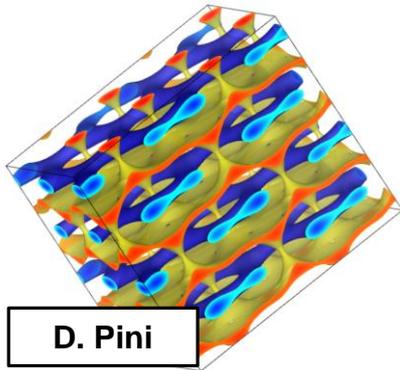
S. Zapperi



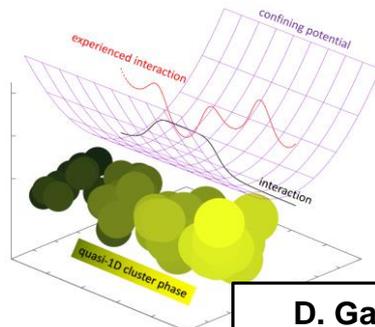
A. Vailati

Fenomenologia ricca:

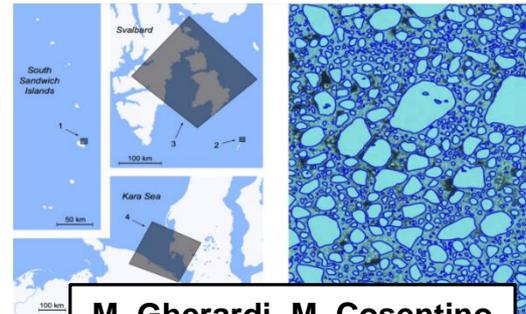
- Correlazioni
- Invarianza di scala
- Dinamica non lineare
- Transizioni di fase
- Turbolenza
- Intermittenza



D. Pini



D. Galli



M. Gherardi- M. Cosentino Lagomarsino

Strumenti:

- Fisica Statistica
- Network Science

*Meccanica statistica teorica
e sistemi disordinati*



S. Caracciolo



S. Zapperi



G. Tiana

PERCORSO BIOFISICA

*Fisica teorica interdisciplinare
e biologia quantitativa*



M. Cosentino Lagomarsino



M. Gherardi

PERCORSO FISICA TEORICA

Fisica statistica



D. Galli

PERCORSO TEORIA MATERIA CONDENSATA

*Materia
soffice*



D. Pini

Fluidi Complessi



A. Vailati



M. Carpineti

Plasmi Complessi



M. Romé



G. Maero

PERCORSO PLASMI

Fasci di Particelle e di Radiazione



V. Petrillo



M. Potenza

PERCORSO OTTICA

***Fluidi e Plasmi
Complessi***

Fluidi Complessi e Biofisica Molecolare



T. Bellini



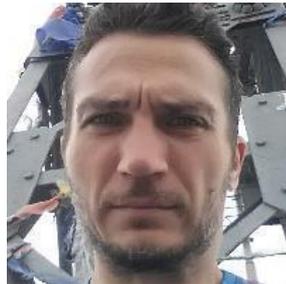
M. Buscaglia



R. Cerbino



G. Zanchetta



F. Giavazzi

**DIP. BIOTECNOLOGIE
MEDICHE E MEDICINA
TRASLAZIONALE**

Biologia Quantitativa e Network Medicine

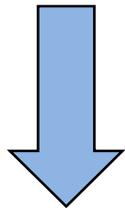


C. La Porta

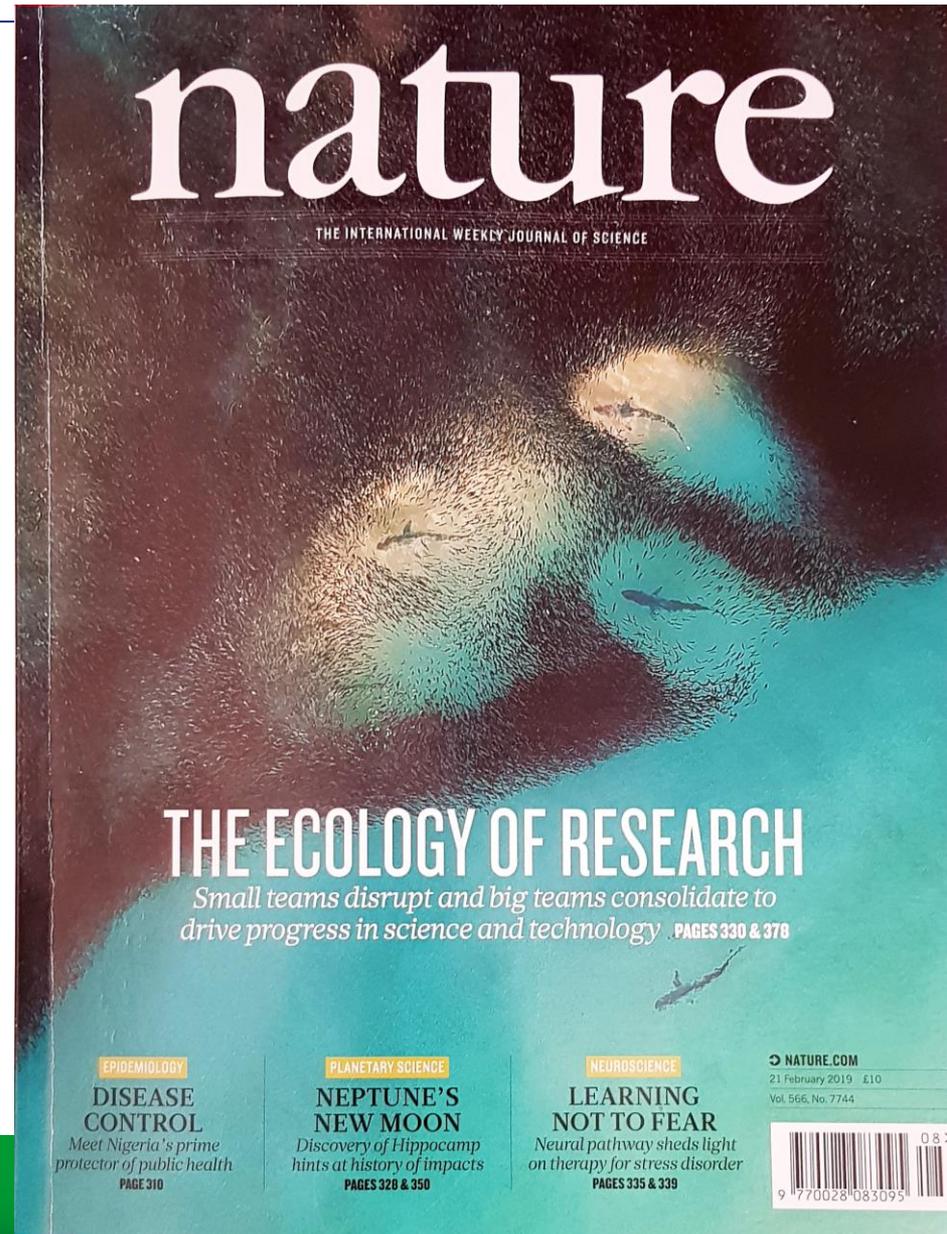
**DIP. SCIENZE E
POLITICHE AMBIENTALI**

L'ecologia della Ricerca

- Piccoli Gruppi
- Forte interdisciplinarietà



- Grande Potenziale innovativo
- Elevato ritorno scientifico, investimenti contenuti



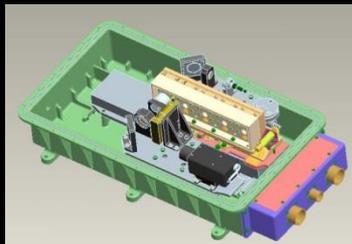
Fluidi Complessi nello Spazio



- Fluidi complessi in condizioni di non equilibrio
- Sviluppo di diagnostiche ottiche innovative

M. Potenza

- SODI-Colloid: Fisica dei colloidi in condizioni di non equilibrio (ISS)



- Colloidal Solids: Cristallizzazione delle proteine (ISS)



**A. Vailati, M. Carpineti
R. Cerbino, F. Giavazzi**

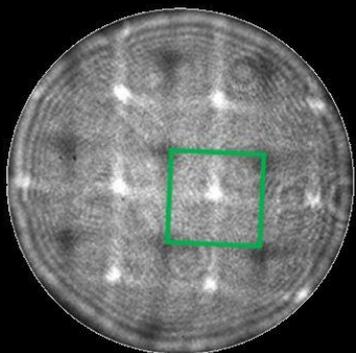
Coordinamento internazionale dei progetti spaziali

- Gradflex: fluttuazioni di non equilibrio in condizioni stazionarie (FOTON M3) 2007
- Giant Fluctuations: fluttuazioni di non equilibrio in liquidi complessi (ISS)
- TechNES: tecnologie innovative per sistemi fuori dall'equilibrio (ISS) 2021-2024



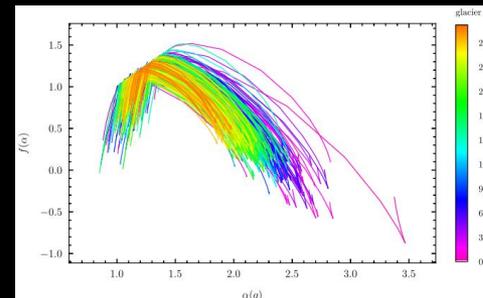
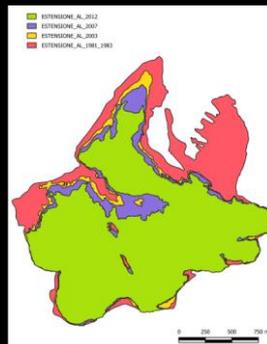
GRADFLEX (Foton M3) 2007

Instabilità Convettive



- Formazione di strutture
- Transizioni di fase
- Bistabilità

Dinamica interfacce



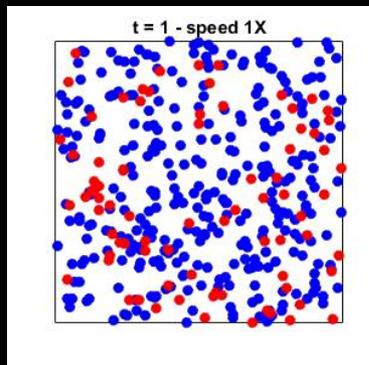
Analisi multifrattale perimetri ghiacciai

Sistemi Ecologici

Competizione gerarchica



By Bureau of Land Management
Greater Sage-Grouse Conservation



Progetti Spaziali



NEUF-DIX, TECHNES, NESTEX (ISS-CSS)
2021-2024

- Fluttuazioni di non-equilibrio in fluidi complessi
- Sviluppo di tecnologie diagnostiche innovative per i sistemi fuori dall'equilibrio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



UNIVERSITÄT
BAYREUTH



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID



NYU



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



THEORETICAL INTERDISCIPLINARY PHYSICS

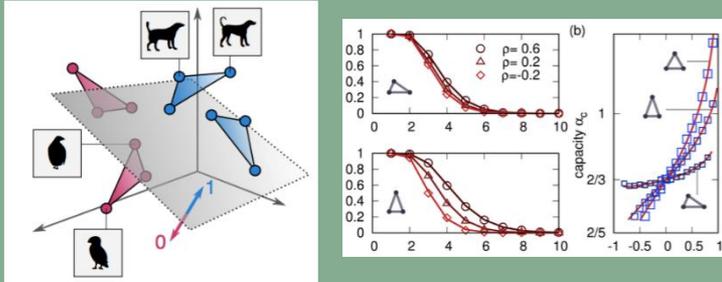
Marco Gherardi, Marco Cosentino Lagomarsino

AREAS:

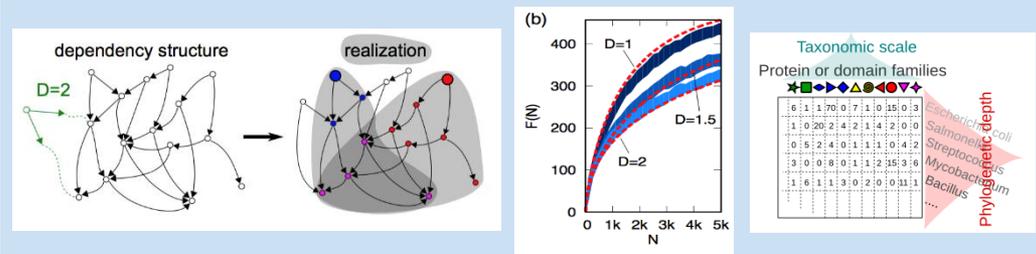
Statistical Physics of Machine Learning
Multidisciplinary Data Science / Complex Systems

model guided approach
statistical physics expertise
cross-disciplinary **fertilization**

(1) DATA structure \leftrightarrow machine LEARNING



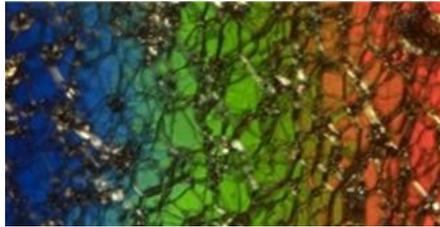
(2) Quantitative laws of innovation in technology and genomics



Gruppo di Fluidi Complessi e Biofisica Molecolare
Dipartimento di Biotecnologie Mediche – Palazzo LITA di Segrate
T. Bellini, M. Buscaglia, R. Cerbino, G. Zanchetta, F. Giavazzi

STRUTTURE DI DNA E FISICA DELLA MATERIA

Transizioni di fase, strutture, proprietà cinetiche, ottiche e meccaniche di vari materiali (gel, cristalli liquidi, superfici, colloidali) ottenuti mediante l'appaiamento spontaneo tra filamenti di DNA.



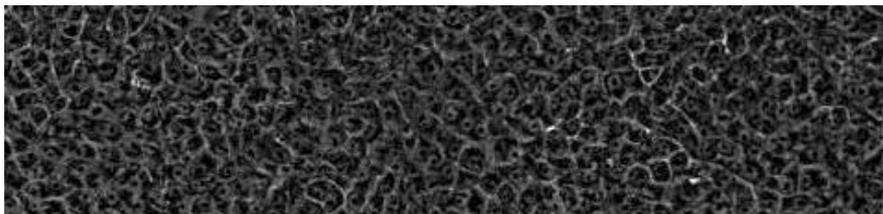
BIOSENSORI OTTICI



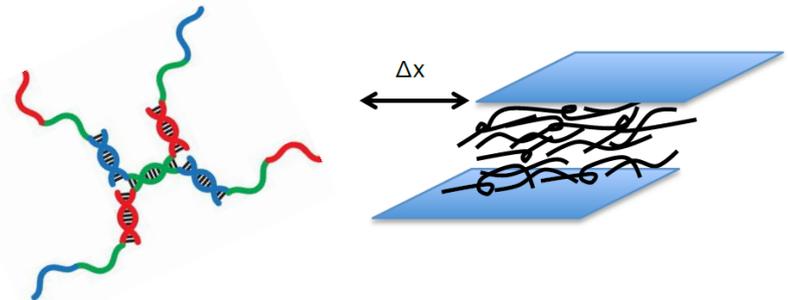
Tecniche ottiche, materiali e strutture molecolari per lo studio delle interazioni tra biomolecole e lo sviluppo di biosensori innovativi.

DINAMICA MICROSCOPICA DI SISTEMI SOFFICI

Esperimenti/modelli/simulazioni per lo studio della dinamica di sistemi soffici biologici (cellule/batteri) e non (colloidi, cristalli liquidi, gel) e della connessione con proprietà macroscopiche



DEFORMAZIONE DI IDROGEL



Combinazione di misure reologiche e ottiche per lo studio del cedimento di gel di fibre e biopolimeri (DNA, cellulosa)

Didattica: Corsi consigliati

Corsi caratterizzanti:

Elettrodinamica Classica – Struttura della Materia 2 –
Fisica Statistica Avanzata – Laboratorio in ambito
Microfisico e della Struttura della Materia (o affine e
integrativo)

Ambito Sperimentale Applicativo:

A scelta, all'interno di quelli dell'ambito

Ambito Teorico e dei Fondamenti della Fisica:

Meccanica Statistica 1 - Meccanica Statistica 2 - Teoria
Statistica dei Campi 1

Ambito Microfisico e di Struttura della Materia:

Fisica dei Plasmi e della Fusione Controllata - Fisica
delle Proteine 1 - Laboratorio di Ottica e Applicazioni -
Laboratorio di Fisica dei Plasmi 1 - Fisica Statistica -
Ottica 1

Ambito Astrofisico, Geofisico e Spaziale:

Elementi di Fisica dei continui - Corso a scelta

Corsi affini e integrativi:

Sistemi Dinamici 1 – Biofisica Avanzata-
Biofisica Computazionale - Fisica dei Liquidi e
della Materia Soffice - Biofisica - Laboratorio di
Simulazione Numerica - Metodi
Computazionali della Fisica

Corsi Esterni:

Possibilità di scegliere corsi esterni su
argomenti non coperti internamente (da
valutare caso per caso): statistica avanzata,
genetica e genomica, bioinformatica avanzata,
biologia molecolare, finanza, ecologia, scienze
sociali, tecniche sperimentali avanzate



Hi-tech
di PAOLA JADELUCA

Rivoluzione in un bicchier d'acqua

Settembre 2007: a bordo della navicella Falcon M3 partirà un piccolo contenitore con polistirolo disciolto in toluolo. Un carico leggero, ma dall'impatto scientifico rilevante a cui è dedicata la copertina di Applied Optics di aprile. Un esperimento che riguarda il comportamento dei liquidi e, in particolare, il moto delle molecole al loro interno, in condizioni di assenza di gravità. Dalla riuscita di questo esperimento ci si attende che rivoluzionarie conferme alle teorie di fisica di base che potranno avere una ripercussione importante, per esempio, nel campo dello studio delle proteine, ma non solo.

Procediamo con ordine. «Quando versiamo in un bicchiere un liquido, per esempio sciroppo di mirtillo e, sopra, lentamente versiamo dell'acqua, inizialmente si formano due strati. Col passare del tempo, la separazione diviene sempre meno evidente, e il cosiddetto "rimiscelamento diffusivo" causato dal moto casuale delle molecole dovuto all'agitazione termica», racconta Marzio Giglio, direttore del laboratorio di Ottica e microgravità del dipartimento di fisica dell'Università di Milano, che ha proposto l'esperimento finanziato dall'Esca, agenzia spaziale europea, con un pool di collaboratori tra cui Alberto Vallati, dell'Infm-Cnr e David Cannell della University of California, a Santa Barbara.

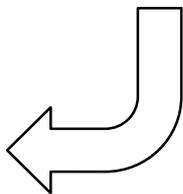
Spiega Giglio: «Avvenimento delle fluttuazioni enitoni che, secondo le teorie finora ritenute valide, diventano sempre più enormi col crescere della scala spaziale occupata — micron (millesimo di decimo), decimicron, centesimo di micron, millesimo di micron — e di fatto la gravità cancella le fluttuazioni più evidenti, le uccide. Ora si vuole provare che queste fluttuazioni esistono e sono di portata enorme. Ecco perché lo studio in assenza di gravità».

Il primo passo di questa rivoluzionaria sperimentazione risale a diversi anni fa: in un lavoro pubblicato su Nature Marzio Giglio e Alberto Vallati avevano raccontato i loro esperimenti ottenuti con tecniche ottiche non invasive che parlavano appunto di questa fluttuazione sempre più potente ma non visibile in presenza di gravità. Senza gravità molte cose cambiano: gli astronauti, per esempio, che sono sottoposti a continui controlli medici, riportano modificazioni muscolari, sviluppano calcoli, l'equilibrio umano per così dire impazzisce. Perché allora non studiare questo fenomeno e capire poi le sue ricadute nella vita vera?

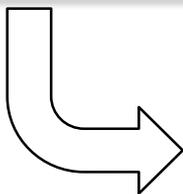
Nasa ed Esa, le agenzie spaziali americane e europea, hanno deciso di investire su questo, per le ricadute scientifiche che anche sulla tecnologia spaziale questo studio può avere. Se le ipotesi verranno confermate, ai primi di dicembre del 2007 potremo scoprire le basi di una economia disordinata delle molecole.

Comunicazione (terza missione)

GRADFLEX, a 7M€-
10 years space project



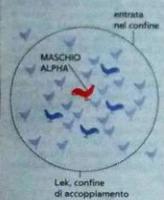
Leks, a 0€ -
6 months project



L'ALTRA PAGINA

Lo studio
Il mistero dei lek

«I lek sono aeree dove alcune specie di animali si ritrovano per l'accoppiamento»



«Possono variare da pochi centimetri per gli insetti a decine di metri per i mammiferi»

«Le regole che li governano sono da sempre un mistero per i biologi, ma ora i ricercatori hanno tradotto i comportamenti degli animali all'interno del lek in un modello matematico»



«Questo modello ha rivelato che il gioco delle coppie segue una logica geometrica»

«I maschi di basso rango si avvicinano agli esemplari "apini" per aumentare le possibilità di riproduzione»

«Una piccola frazione dei maschi (5,5%) si accoppia con oltre il 50% delle femmine»

IL FENOMENO

Il modello matematico può essere applicato ad alcune specie animali territoriali che competono nei lek tra cui:

- Gallo forcello •Merluzzo
- Antilopi •Daini
- Foce •Mosche
- Rane



IL PARADOSSO DEL LEK

Anche se sono sempre gli stessi maschi a riprodursi, non c'è impoverimento genetico

La geometria della seduzione Conquistare è questione di spazio

FABIO MARZANO
Altre che istinte nel regno animale la seduzione segue precise regole geometriche. Nella stagione degli amori i maschi di molte specie, dal gallo forcello delle Alpi ai merluzzi dell'Atlantico fino alle rana bue, si ritrovano in un luogo fisico per disputarsi il primato della riproduzione. Queste aeree si chiamano lek e hanno dinamiche da sempre misteriose per gli etologi.

Ma ora, una ricerca dell'Università Statale di Milano pubblicata sulla rivista *Scientific Reports*, ha distillato il codice nascosto del fascino a quattro zampe. «Dalle osservazioni sul comportamento nei lek di alcuni animali come il gallo forcello», spiega Nicola Saino, docente di ecologia al Dipartimento di Scienze e politiche ambientali che ha curato la parte di etologia dello studio «abbiamo sviluppato un modello matematico che ha rivelato come in questi campi di battaglia ricorra uno schema trasversale a molte specie e con specifiche proprietà spaziali». La ricerca è il risultato di un lavoro interdisciplinare a cui hanno collaborato anche Fabio Glavazzi del Dipartimento di Biotecnologie Mediche e Alberto Vallati del Dipartimento di Fisica.

Il gioco delle coppie per molti animali territoriali sarebbe solo una questione di ritello e squadratura. «I lek sono un fenomeno che si ripete ogni anno e porta ad aggregazioni di maschi che variano da poche decine per i vertebrati fino ad alcune migliaia di esemplari per gli insetti» prosegue lo scienziato dell'Università di Milano.

«Quando iniziano i maschi competono tra loro per definire una gerarchia tra cui l'ombelone ritualizzata di ornamenti quali piumaggio, palchi, oppure frammie vocalizzi e tracce olfattive».

Una volta terminata la battaglia, i maschi che si sono posizionati nei ranghi più alti diventano poli di attrazione dove convergono tutti gli esemplari sconfitti. «Nei lek la normale distribuzione di questi animali è alterata dal fatto che tutti gli individui precipitano nella vicinanza con i maschi di rango elevato per aumentare le proprie opportunità di riproduzione», continua Saino. «A trarre vantaggio da questo fenomeno, però, sono solo i maschi di alto rango perché questo schema

Da etologi e fisici il modello matematico del gioco delle coppie. E il 5,5% dei maschi si riproduce col 50% delle femmine

geometrico riduce il numero dei concorrenti». Come accade anche al di fuori del regno animale, anche nei lek piove sempre sul bagnato. Le femmine, che dalla ricerca sembrano un po' tagliate fuori, favoriscono questo genere di aggregazioni di pretendenti visitandole per la scelta del partner. «I lek possono durare da alcune ore a più settimane ma il risultato è sempre lo stesso: una piccola frazione dei maschi, quelli di alto rango, si riproduce con la

maggioranza delle femmine», conclude l'etologo milanese. «Rimane ancora da spiegare come sia possibile che si tramandi la varietà genetica in popolazioni dove un numero di ristretto di individui monopolizza la riproduzione». Durante uno studio sui lek del gallo della sabbia, una specie originaria del Nord America, si è scoperto che un esemplare solo, in un gruppo di 18 individui, si è accoppiato con il 50 per cento delle femmine.

Non fatevi cogliere impreparati.

GENITORI SI DIVENTA
Tutti a scuola
Imparare, una bella fatica
solo i genitori
A SOLO 5,90€ IN PIÙ

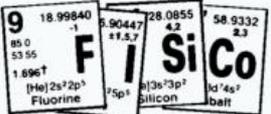
GENITORI SI DIVENTA Cavarsela con i figli da 0 a 18 anni.
Come scegliere la scuola giusta? Meglio quella sotto casa o l'istituto famoso? E come aiutarli con tutti quei compiti? Questo volume ci accompagna, man mano che i figli crescono, a seguire le loro attitudini senza confonderle con le nostre aspettative. Un viaggio nei meccanismi dei bisogni educativi e dell'apprendimento, e anche della difficile relazione tra famiglie e insegnanti.

IN EDICOLA IL 5° VOLUME
TUTTI A SCUOLA

la Repubblica



Physics of Complex Systems Group



Department of Physics
Università degli Studi di Milano

Group
home
people and research topics

4th Workshop 2017
announcement 2017
programme 2017
Booklet of abstracts 2017

3rd Workshop 2016
announcement 2016
programme 2016
Booklet of abstracts 2016

2nd Workshop 2015
announcement 2015
programme
Booklet of abstracts

1st Workshop 2013
announcement
speakers
programme and presentations

for further information contact
Alberto Vailati
Marina Carpineti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

4th Workshop of the Complex Systems Group @ UniMi

Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano
February 10, 2017, Sala Consiglio, 9:00-18:00

STUDENTS, PHD, POST-DOC AND YOUNG RESEARCHERS ARE WELCOME!

The aim of the workshop is to gather researchers working in many different areas of the physical and biological sciences. The main research lines involve the theoretical and experimental investigation of features of complex systems, such as self-organization, pattern formation and nonlinear dynamics, spatio-temporal correlations, scale-invariance, phase transitions and critical phenomena, fluctuations and turbulence, equilibrium and stability. The spectrum of the investigated systems includes complex fluids, complex plasmas, soft matter, bio-systems and ecosystems.

- Ricercatori
- Attività di ricerca
- Materiale Workshop
- Pagine dei gruppi

