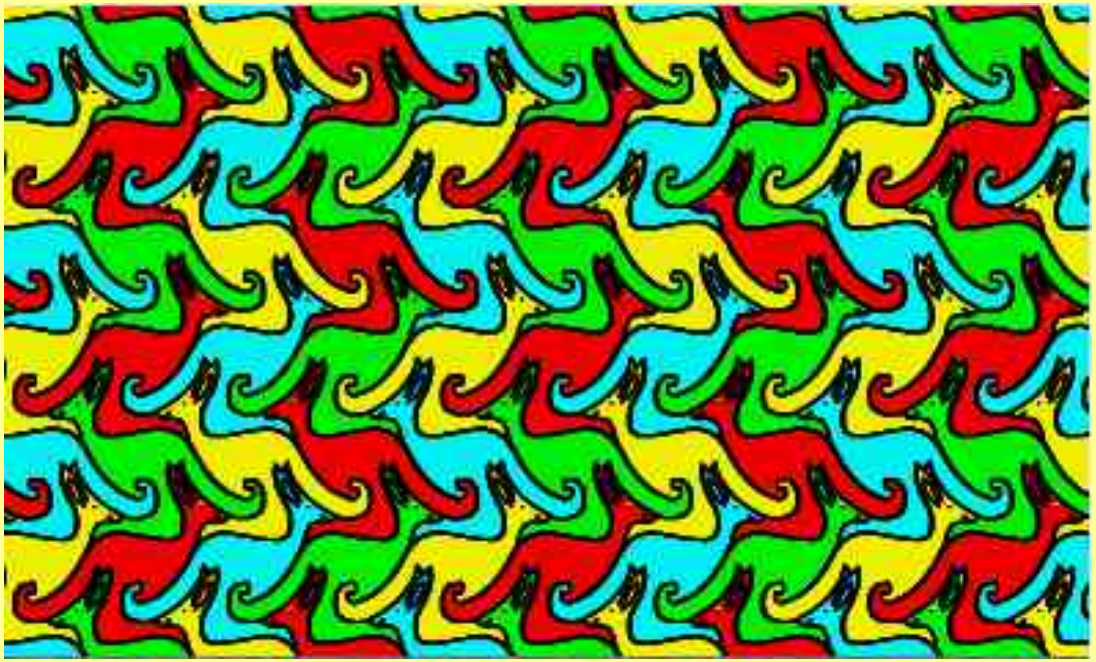
Il determinismo e il caos deterministico

Una demistificazione della fisica



di Giulio Iotti e Michele Rabitti

Il caos deterministico

Il determinismo di Laplace.

• Basandosi sulla “meccanica razionale”, scienziati come Pierre-Simone de Laplace (1814) si convinsero che, fissate le condizioni iniziali, fosse *sempre* possibile determinare il moto futuro e passato.

“Un'intelligenza che a un certo istante potesse conoscere tutte le forze di cui la natura è animata e la posizione rispettiva degli enti che la compongono [...] per essa nulla sarebbe incerto e il futuro, come il passato, sarebbe presente ai suoi occhi.”

• Laplace viene così considerato il determinista per eccellenza, ma non è così. Aggiunge infatti:

“Tutti i suoi sforzi [dell'uomo] nella ricerca della verità tendono ad avvicinarlo continuamente all'intelligenza che abbiamo immaginato, ma da cui resterà sempre infinitamente lontano”.

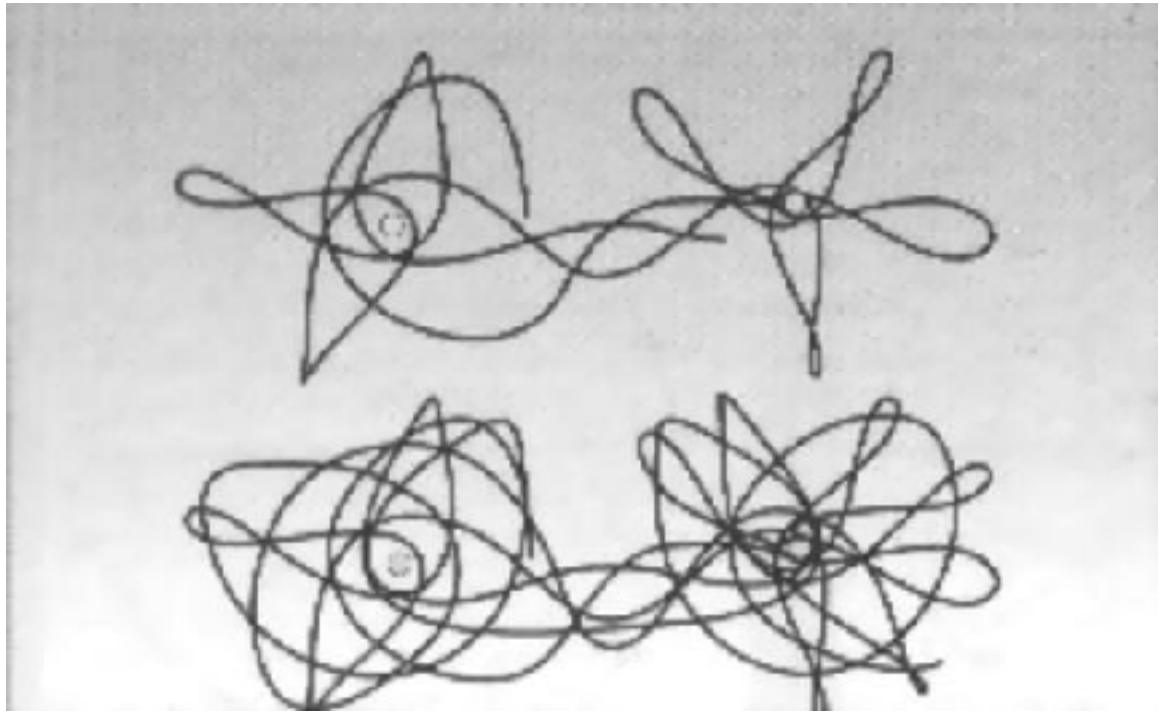
• Laplace si occupa anche di probabilità nel *Saggio filosofico sulla Probabilità.*
• Egli ha tentato veramente di creare una *scienza omnicomprensiva,* che usasse la matematica come linguaggio.
• Gli fa eco Leibniz (causalità): *“nulla puó darsi senza una causa che lo produca”*

Il caos deterministico

Sistemi “caotici”.

- Alla fine del XIX secolo, Poincaré scopre un sistema “caotico” a tre corpi.

- Dice nel 1908: *“Laddove non possiamo conoscere la situazione iniziale se non approssimativamente, [...], un piccolo errore produrrà un errore enorme. La predizione diventa impossibile, ed ecco un fenomeno casuale”*.



Il caos deterministico

La fine del determinismo.

- Si abbandona il determinismo, sostituito dalla consapevolezza che la maggioranza dei sistemi fisici ha un comportamento aleatorio. Questo comportamento è detto **caos deterministico**.

- Nei primi anni del novecento la fisica classica (meccanica) viene sconvolta sia per quanto riguarda l'infinitamente grande (Einstein) che l'infinitamente piccolo (Heisenberg). Il problema del caos tocca tutto il campo di applicabilità di una legge empirica.

- Anche in sistemi fisici semplici ci si trova facilmente in situazioni di indecidibilità.

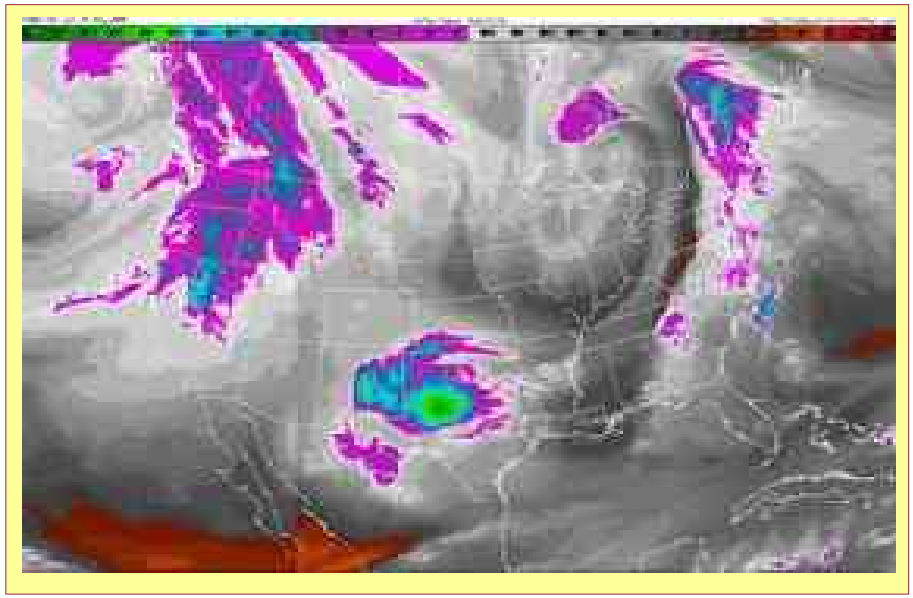
- Sistemi caotici di questo tipo tendono, nel tempo, a tornare ad alcuni stati detti *attrattori.*

- Secondo una teoria degli anni '50 gli scontri fra pianeti nel nostro Sistema Solare sono solo *improbabili.*

Il caos deterministico

Prevedere il futuro?

• Oggi è possibile prevedere alcuni eventi nel futuro, come le previsioni metereologiche, ma in modo limitato e poco sicuro. Infatti, nonostante le leggi rigorosamente deterministiche, ci sono troppe variabili in gioco.



• Secondo una teoria degli anni '60 basta un minimo cambiamento delle condizioni iniziali (dovuto ad esempio a variabili non considerate) per portare il risultato a divergere rapidamente dal risultato reale. I fenomeni sono sensibilissimi alle condizioni iniziali.

• Le misuarazioni non sono mai veramente immuni agli errori (accidentali o sistematici).

• Il determinismo viene studiato intensamente a partire dagli anni settanta quando comincia ad essere utilizzato per comprendere entro uno schema matematico deterministico dei fenomeni quali la turbolenza.

Il caos deterministico

Esempio pratico: il meteo

- Le previsioni del tempo, ad esempio, non sono possibili oltre una settimana e non sono completamente affidabili.

Ciò è dovuto a:

- Le molte variabili e la caoticità dell'atmosfera.
- L'inaffidabilità degli strumenti di misura.

- Edward Lorenz, metereologo americano, si accorge per primo che il meteo è un evento caotico.
- Oggi si studia metereologia grazie alla potenza dei calcolatori, che elaborano velocemente le derivate e rappresentano graficamente la configurazione geometrica.

Un battito d'ali di una farfalla a New York causa un uragano a Tokio.

Teoricamente il battito d'ali di una farfalla, variabile non contemplata, potrebbe essere causa indiretta di un uragano.

Troppe farfalle !?!?

Il caos deterministico

Le leggi di Murphy.

- La “legge di Murphy” è la più famosa legge del caos...

Se un qualcosa può andare male, lo farà.

- Venne formulata nel 1949 da Edward A. Murphy, incaricato di fare esperimenti sulla massima accelerazione gravitazionale che l'uomo può sopportare.

- Un giorno, vedendo che un tecnico infilava un cavo nel verso opposto disse: “se vi è un modo di fare le cose in modo scorretto, egli lo trova”.

- Si trattava di una “legge” già conosciuta, semplicemente le viene dato un nome.

- Oggi esistono grandi raccolte di leggi di Murphy, applicabili in ogni campo, per qualsiasi situazione.