



Prevedere, ipotizzare e immaginare il Futuro Dalla Fisica ai Futures Studies

Eleonora Barelli

eleonora.barelli2@unibo.it



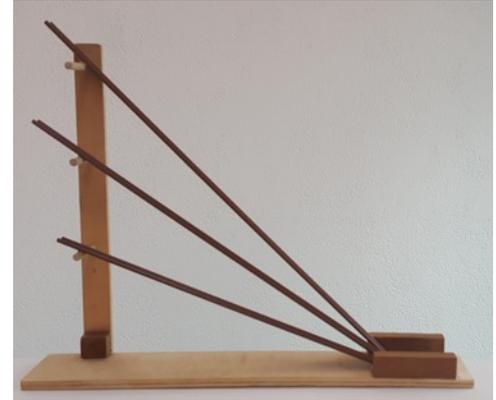
The project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373.



It's your time to imagine the futures

Fisica e futuro ⁱ

- La Fisica nasce (anche) per prevedere il futuro e per gestirne razionalmente l'incertezza
- Un cambio di prospettiva: dalla Fisica classica, regno del determinismo, alla scienza moderna, regno dell'incertezza e dell'im-prevedibile
- La **scienza dei sistemi complessi**



Concetti e attività

- Quali **parole** e **concetti** per introdurre la scienza della complessità con studenti di scuola secondaria?
- Quali **strumenti** per “fare esperienza” di questi concetti? (video, pagine web, applet, ...)
- Quali **attività originali** possono essere progettate per utilizzare questi strumenti nella didattica?



Le parole della complessità

La complessità ci obbliga a un cambio di approccio verso il futuro e ci offre un patrimonio di **parole e concetti nuovi**

non-linearità

causalità circolare

caos deterministico

proprietà emergenti



Non-linearità

Molti modelli che descrivono sistemi complessi non possono essere scritti in forma di equazioni lineari.

Rinuncia al principio di sovrapposizione, al riduzionismo e al determinismo che, più o meno implicitamente, caratterizzano i modelli della fisica affrontata a scuola.



ATTIVITA' 1

Il modello predatore-preda di Lotka-Volterra

numero prede

variazione del numero di prede

numero predatori

variazione del numero di predatori

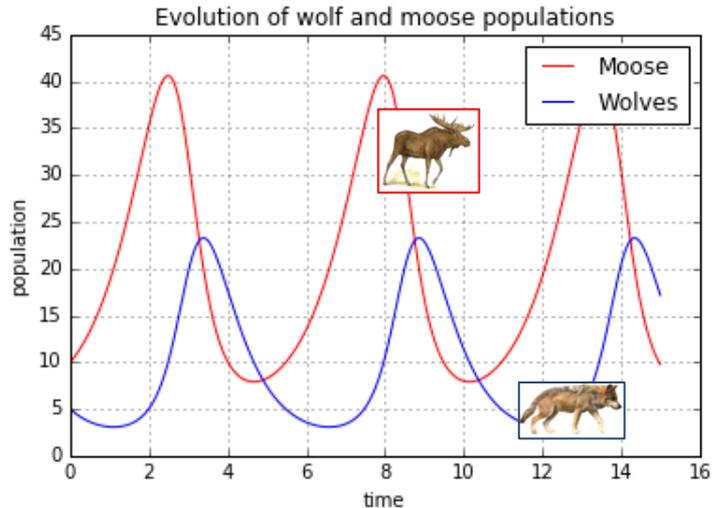
coefficiente di nascita delle prede

coefficiente di predazione

coefficiente di incontro tra prede e predatori

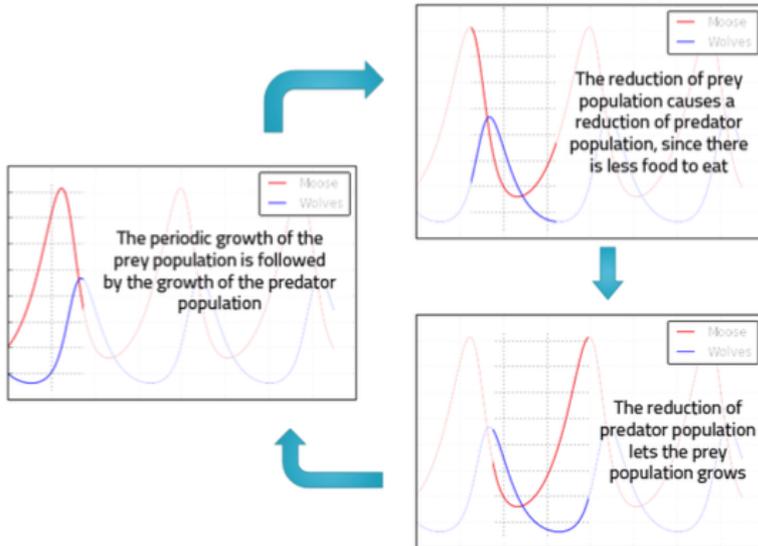
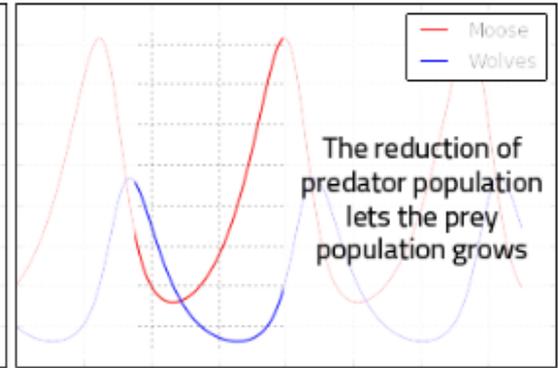
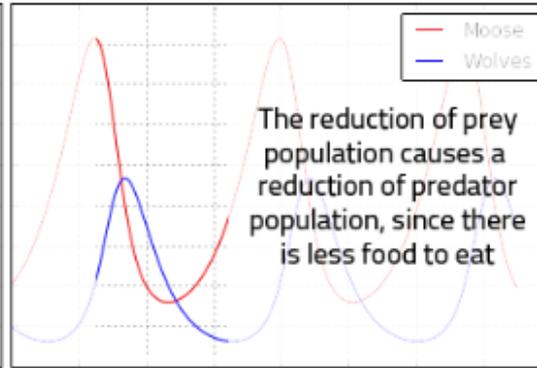
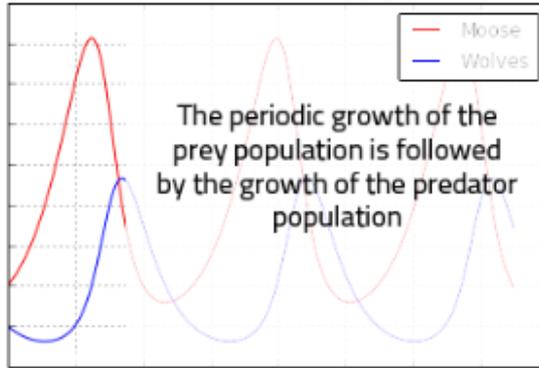
coefficiente di morte naturale dei predatori

$$\frac{dx}{dt} = (A - By)x$$
$$\frac{dy}{dt} = (Cx - D)y$$



http://www.phschool.com/atschool/phbio/active_art/predator_prey_simulation/





“inseguendo” il modello si può introdurre una nuova forma di **causalità** (lineare → circolare)



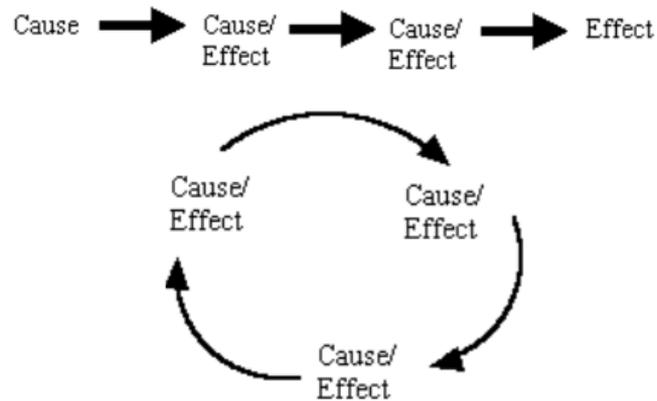
ATTIVITA' 1

- **Contenuto disciplinare:** non-linearità tra variabili in un sistema complesso
- **Contesto di applicazione:** ecologia
- **Forma di presentazione:** simulazione che permette agli studenti di "giocare" con i parametri del modello. Versione avanzata: tutorial comprensivo di uno script Python commentato che implementa la simulazione.



Causalità circolare e feedback

L'ultimo effetto della catena causale retroagisce sulla causa prima da cui è partito il loop o amplificandola ulteriormente (*feedback positivo*) o smorzandola (*feedback negativo*)



ATTIVITA' 2

Una lezione Ted-Ed per introdurre il concetto di feedback e le sue manifestazioni in vari contesti

mutual causal interaction

amplifying
vs counteracting

ongoing
process

essential force in
the build up of
ecosystems

feedback loops play
together

stable
balance

long term
equilibrium

resilience

unexpected reactions

stabilizing effects

complex but
harmonious

<http://ed.ted.com/on/gRTevP1S>



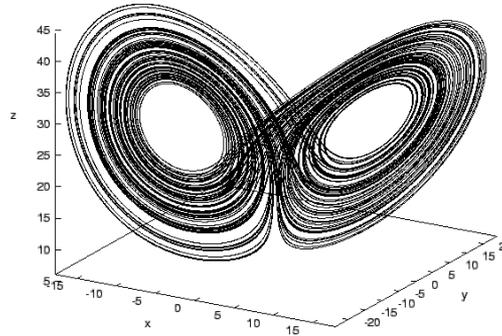
ATTIVITA' 2

- **Contenuto disciplinare:** concetto di feedback e di causalità circolare
- **Contesto di applicazione:** ecologia, climatologia, economia, computer science
- **Forma di presentazione:** video-lezione, test interattivo per verificare la conoscenza acquisita, discussione collettiva per condividere esempi ulteriori



Caos deterministico

L'alta sensibilità dei modelli di sistemi complessi alle condizioni iniziali determina una perdita di predicibilità (nonostante i sistemi rimangano deterministici)



ATTIVITA' 3

Dal modello di Lorenz all'effetto Farfalla

Equazioni non lineari in tre variabili (vento, temperatura, precipitazioni) per descrivere la convezione di un fluido

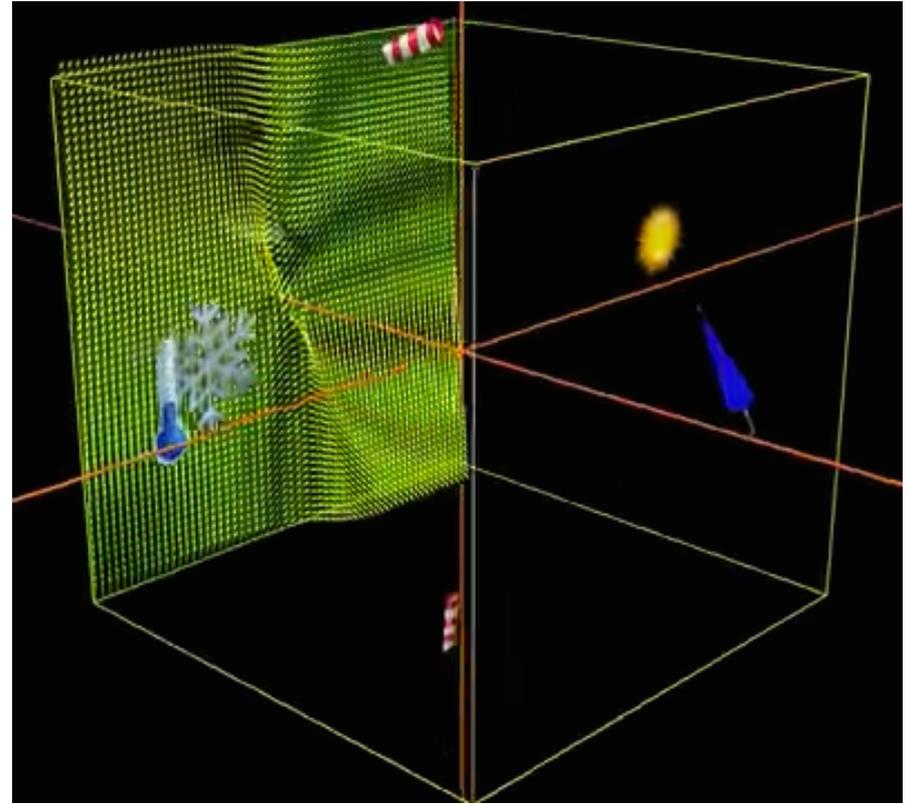
$$\Delta x = A (y - x) \Delta t$$

$$\Delta y = (Bx - xz - y) \Delta t$$

$$\Delta z = (xy - Cz) \Delta t$$



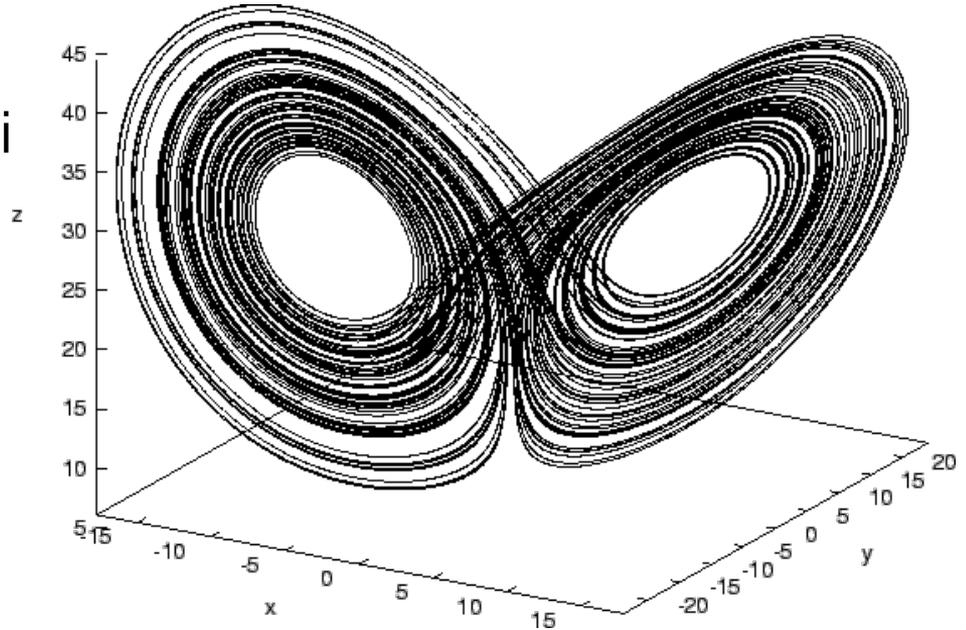
- Volendo provare sul calcolatore un modello per le previsioni a lungo termine, introdusse in due prove successive gli stessi dati ma, in un caso, approssimati a 3 cifre, nell'altro, a 6 cifre
- Due stati molto vicini possono evolvere, dopo un certo periodo di tempo simulato, in stati finali assolutamente diversi



<https://youtu.be/wq9Hhhyqzsz?t=192>



- La più piccola variazione di un fattore è destinata a produrre una traiettoria differente da ogni altra
- Queste traiettorie, però, non si distribuiscono a caso nello spazio
- Si raccolgono in oggetti dalla forma definita, chiamati attrattori del sistema



“Può un battito d’ali di farfalla in Brasile provocare un uragano in Texas?”



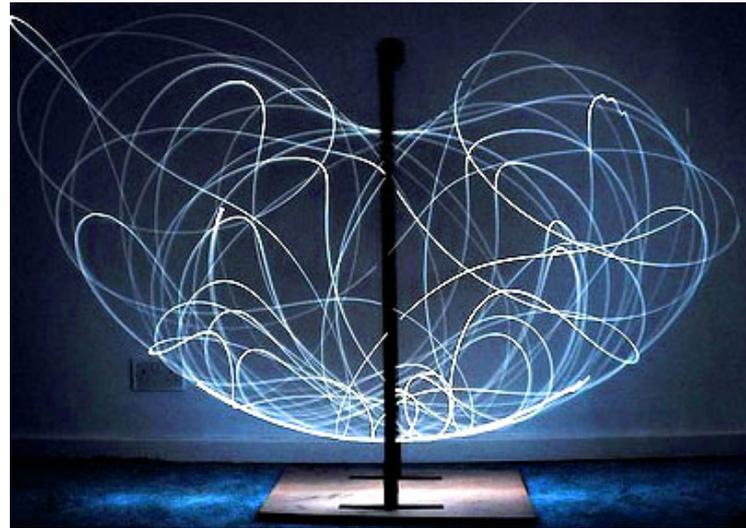
ATTIVITA' 3

- **Contenuto disciplinare:** sensibile dipendenza del modello dalle condizioni iniziali
- **Contesto di applicazione:** meteorologia
- **Forma di presentazione:** video che mostra l'esecuzione di una simulazione con due condizioni iniziali diverse



ATTIVITA' 3bis

Il pendolo doppio



<https://www.youtube.com/watch?v=RmF-efwE87s>

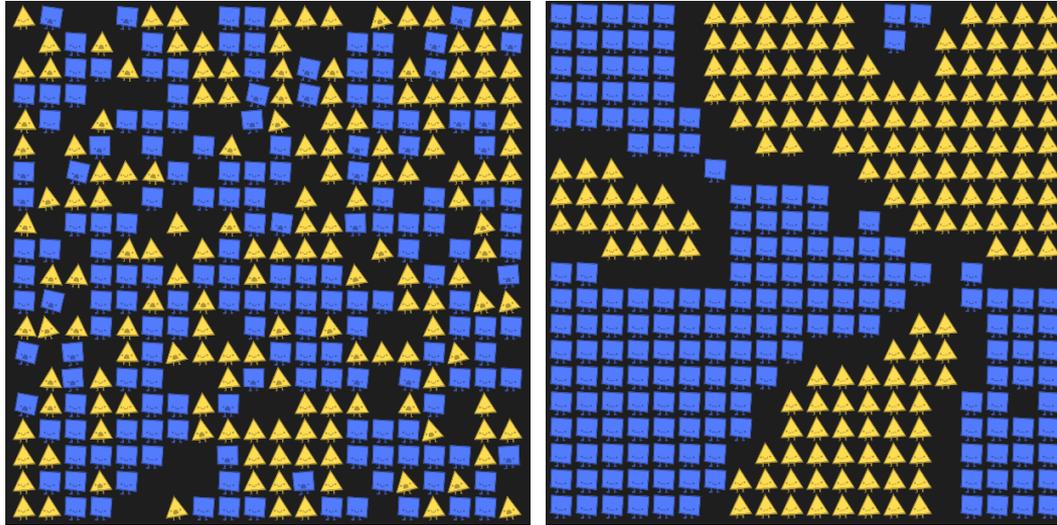
Proprietà emergenti

Molti sistemi complessi mostrano proprietà caratteristiche solo del sistema nel suo complesso. Nascono a partire dall'auto-organizzazione dei componenti, ciascuno dei quali segue semplici regole. Nonostante "emergano" da regole di base, non sono riconducibili linearmente ai componenti di base, tramite una sovrapposizione classica degli effetti.



ATTIVITA' 4

Il modello di segregazione di Schelling



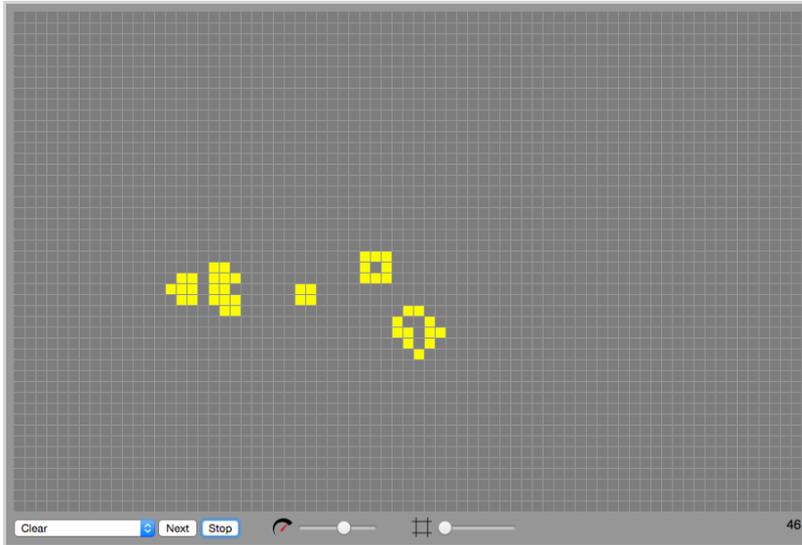
Un ambiente bidimensionale è popolato da individui di due tipologie e semplici regole di coabitazione risultano in scenari di "segregazione" (o quartierizzazione dell'ambiente)

<http://ncase.me/polygons-it/>



ATTIVITA' 4bis

The "Game of Life"



Le regole dei micro componenti di questo modello riproducono, in modo semplificato, il comportamento delle cellule.

<https://bitstorm.org/gameoflife/>



ATTIVITA' 4

- **Contenuto disciplinare:** concetto di auto-organizzazione del sistema complesso
- **Contesto di applicazione:** sociologia
- **Forma di presentazione:** simulazione integrata in un "racconto giocabile"



- In queste proprietà che caratterizzano i sistemi complessi risiedono **modi nuovi per parlare di tempo** e per pensare al futuro
- Incertezza, possibilità, spazio di probabilità diventano concetti cruciali per la disciplina scientifica
- Concetti che dalla scienza in-formano altre discipline...



Il futuro dalla scienza alla sociologia

Future Studies

Ramo della sociologia che studia diversi tipi di futuri e i modi per



Forecast → Foresight Previsione → Proiezione

- Risultato **univoco** dell'applicazione di un modello
- Le "previsioni del tempo" in meteorologia (seppure, per via della non linearità, l'affidabilità della previsione si estenda per un periodo di tempo limitato)
- **Ventaglio di possibilità** tanto ampio quanto sono numerosi e vari gli scenari, gli assetti futuri
- Le diverse proiezioni dipendono dalle diverse **ipotesi** che si considerano (es: i futuri sviluppi socio-economici e tecnologici che potrebbero essere raggiunti o no)



Il cono dei futuri

"The Future is many,
not one."

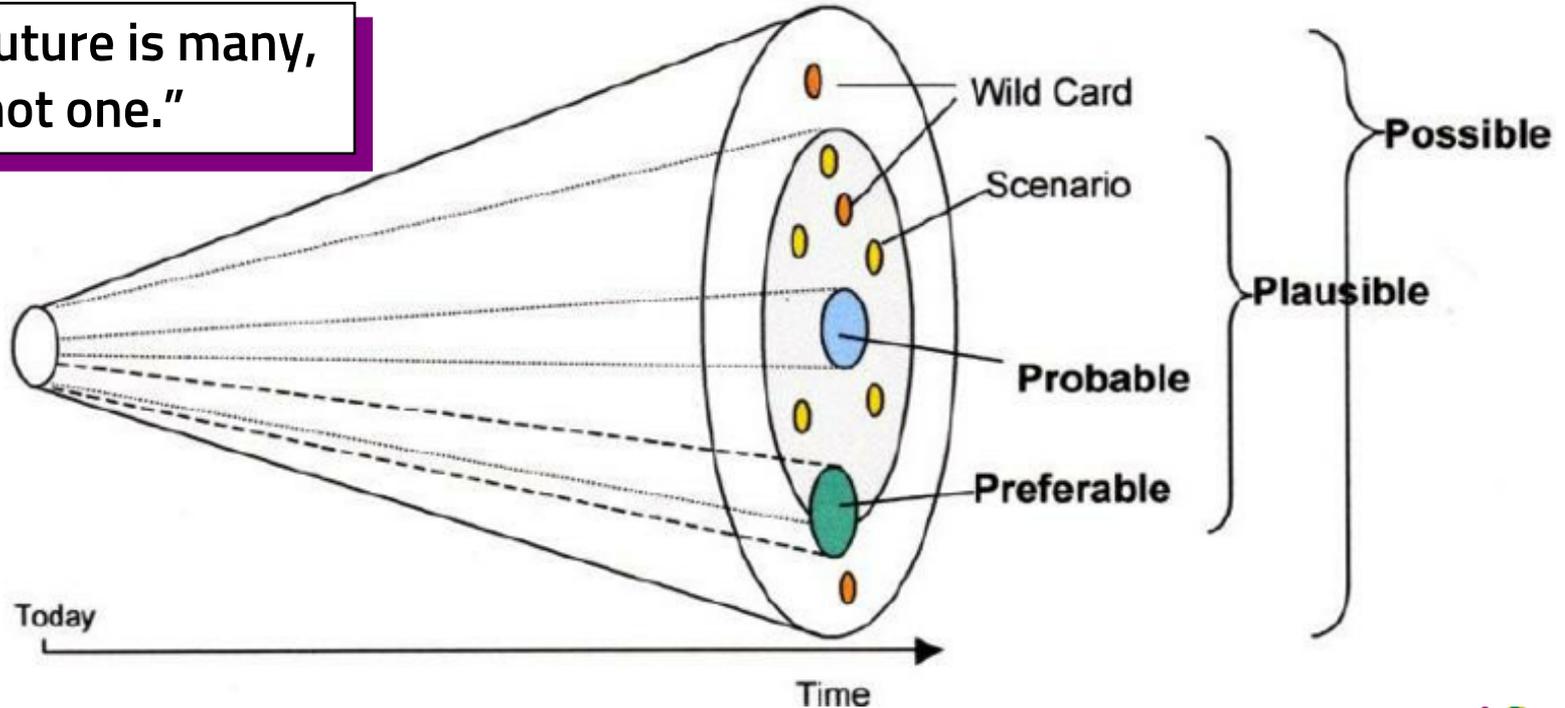
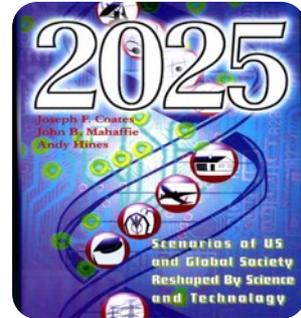
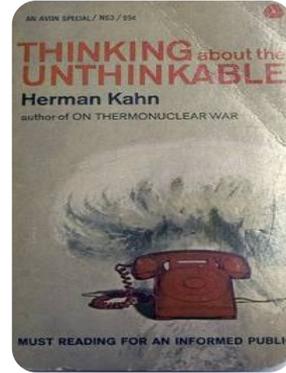


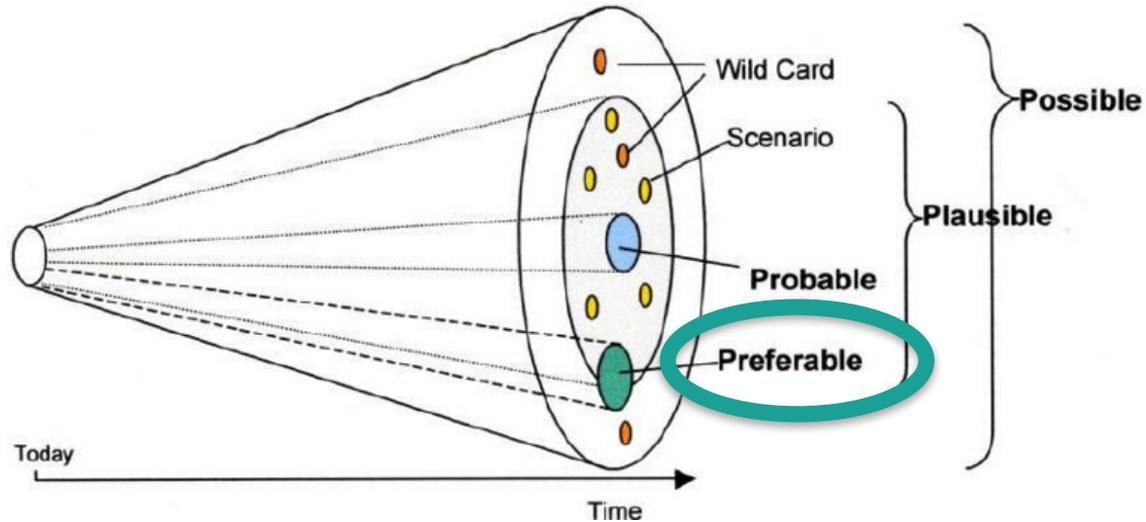
Image retrieved by <http://www.nesta.org.uk/blog/accuracy-and-ambition-why-do-we-try-predict-future>
[Image credit: Ironing drone by Max Cougar Oswald & Nihar on the Noun Project via Creative Commons]

“Possibili scenari”

- Uno scenario può essere definito come una **descrizione di una possibile situazione futura**, incluso il percorso di sviluppo (trend e eventi) che porta a quella situazione.
- Gli scenari non intendono rappresentare una descrizione completa del futuro, ma piuttosto evidenziare gli elementi centrali di un possibile futuro e attirare l'attenzione sui **fattori chiave** che guideranno gli sviluppi futuri
- Obiettivo degli scenari **NON** è quello di **prevedere** il futuro



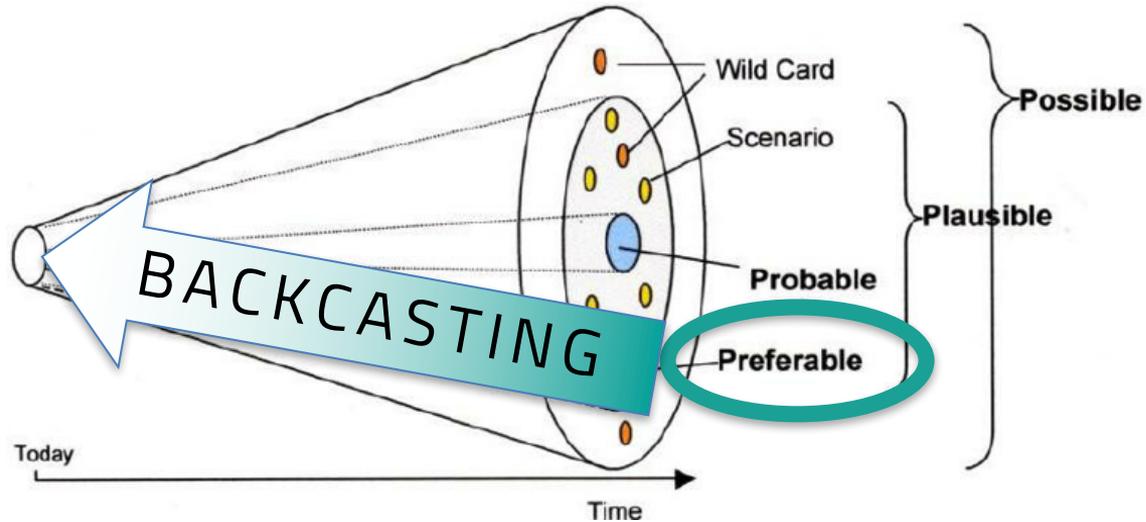
Foresight → Anticipation



Non solo futuri probabili, plausibili e possibili... i futuri desiderabili



Foresight → Anticipation



Definito il futuro desiderabile, si procede all'indietro per identificare policy, programmi, azioni che portino da quel futuro all'oggi



ATTIVITA' (a seguire)

Ragionare sulle **città** attuali e ideali come modo per analizzare il presente, pensare il futuro, immaginarlo, desiderarlo ed agire creativamente



A large decorative graphic on the left side of the slide, consisting of two overlapping circular bands. The outer band is light green and the inner band is teal. A thick black chevron shape is superimposed over the center of the bands.

Grazie per l'attenzione!



The project is co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. Grant Agreement n° 2016-1-IT02-KA201-024373.



It's your time to imagine the futures