

Cambio Global

Temas:

3.5. Modelización

4.2. Impactos observados

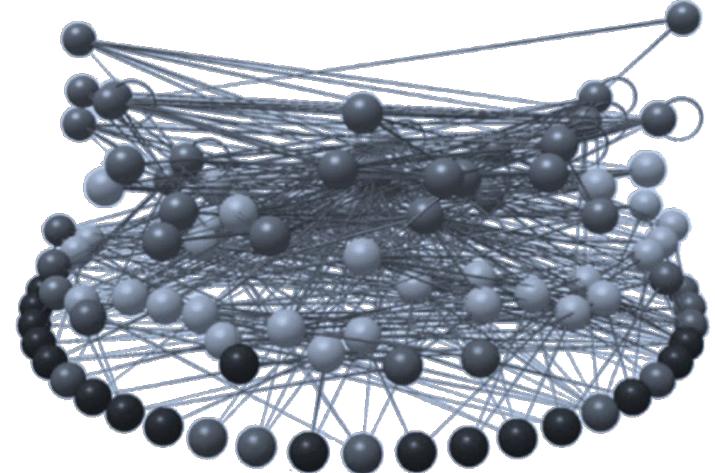
Ignacio Morales-Castilla

ignacio.moralesc@uah.es



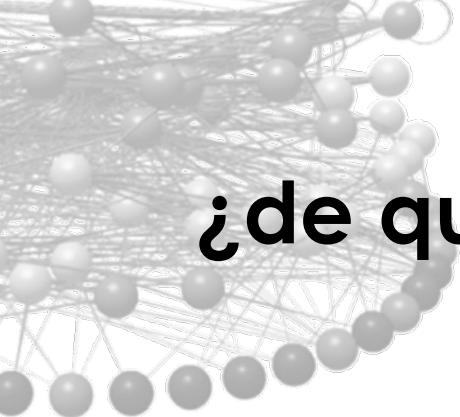
En la clase de hoy

- Introducción
- El método científico, inducción vs. deducción
 - Aproximaciones al método científico (clásicas vs. actuales)
 - Modelización y tipos de modelos (estado vs. respuesta)
- Modelos relevantes para estudiar el cambio global (GCMs, SDMs, GVMs, etc.)
- Seminario sobre modelización – ejemplos, juegos, preguntas



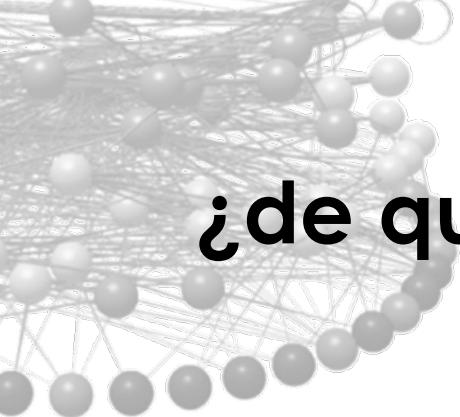


Modelización y cambio global ¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?

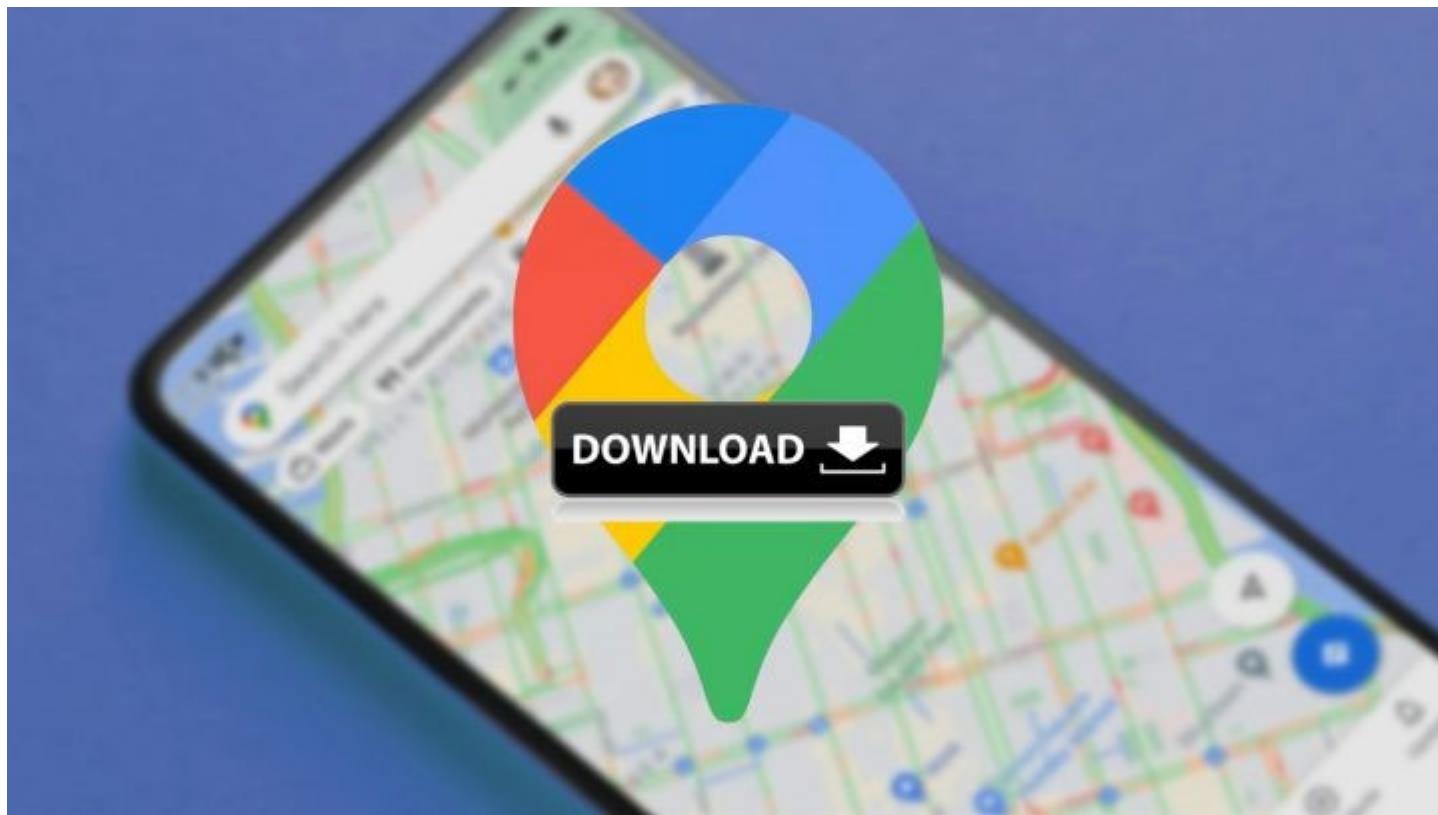


¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?

$$\begin{aligned} & \sum_{m=1}^{\infty} q_m(\omega) \int_0^L \left\{ (1 + i\eta) \frac{d^2}{dx^2} \left[k(x) \frac{d^2 \psi_m(x)}{dx^2} \right] - \omega^2 \psi_m(x) \right. \\ & \quad \times \left. \left[\rho_l(x) + \frac{\pi}{4} \rho_f b^2(x) \Gamma(\beta(x, \omega), \alpha(x)) \right] \right\} \psi_n(x) dx \\ & = \omega^2 \int_0^L \left\{ \hat{\theta}_B(\omega)(x + L_0) \left[\rho_l(x) + \frac{\pi}{4} \rho_f b^2(x) \Gamma(\beta(x, \omega), \right. \right. \\ & \quad \left. \left. \alpha(x)) \right] + \frac{\pi}{4} \rho_f b^2(x) \Delta \left(\beta(x, \omega), \frac{1}{b(x)} \middle| \sum_{m=1}^{\infty} q_m(\omega) \psi_m(x) \right. \right. \\ & \quad \left. \left. + \hat{\theta}_B(\omega)(x + L_0) \right|, \alpha(x) \right) \right. \\ & \quad \times \left. \left[\sum_{m=1}^{\infty} q_m(\omega) \psi_m(x) + \hat{\theta}_B(\omega)(x + L_0) \right] \right\} \psi_n(x) dx. \quad (10) \end{aligned}$$



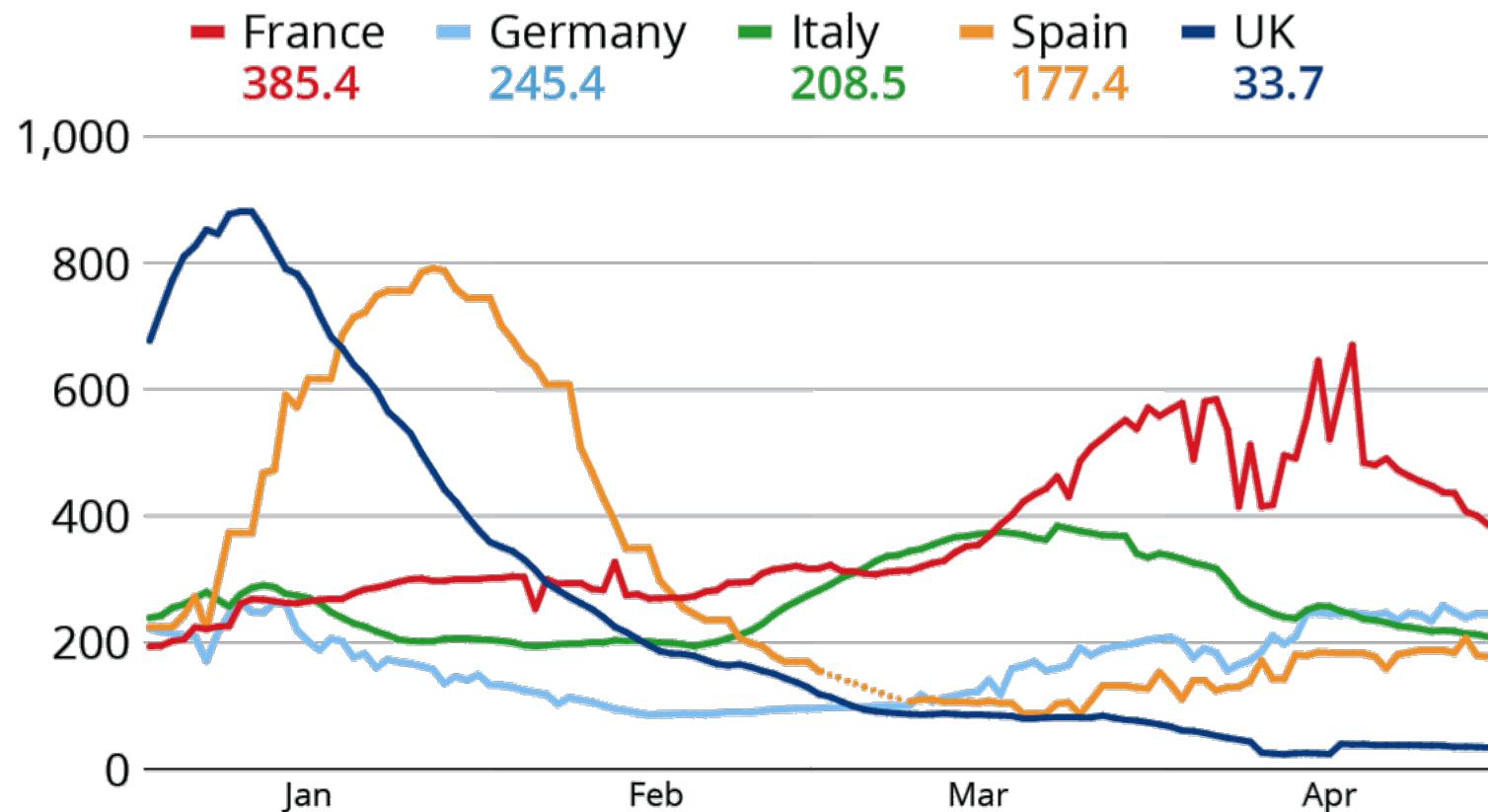
¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?



¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?



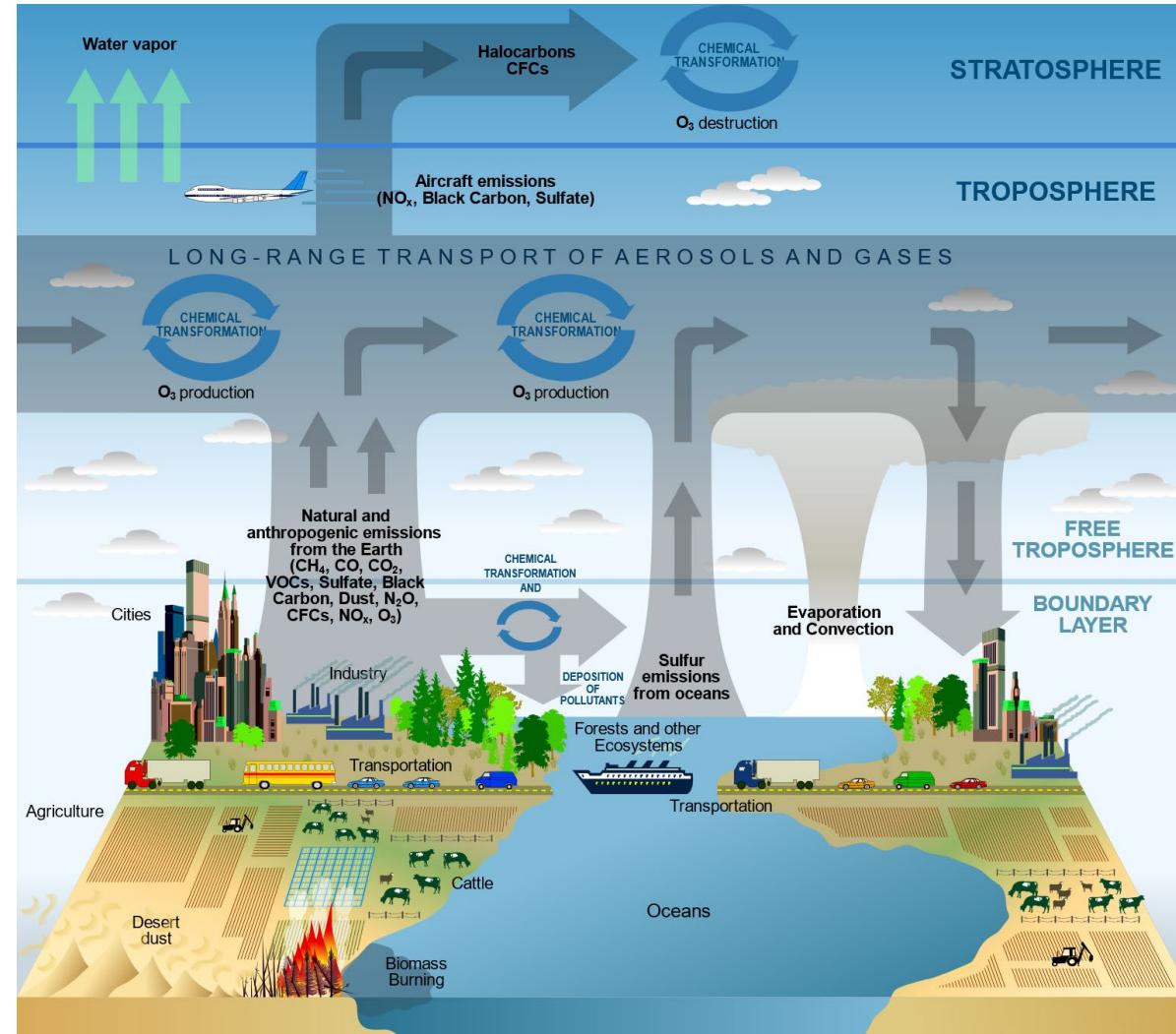
¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?

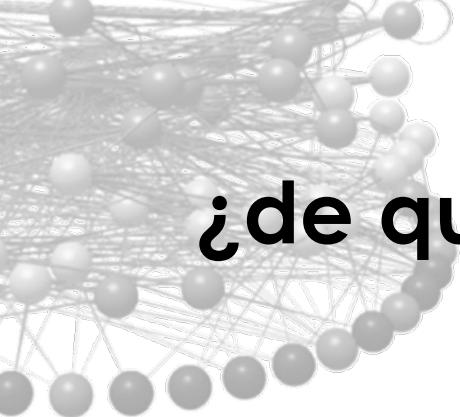


As of April 29, 2021

Source: Johns Hopkins University via Our World in Data

¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?





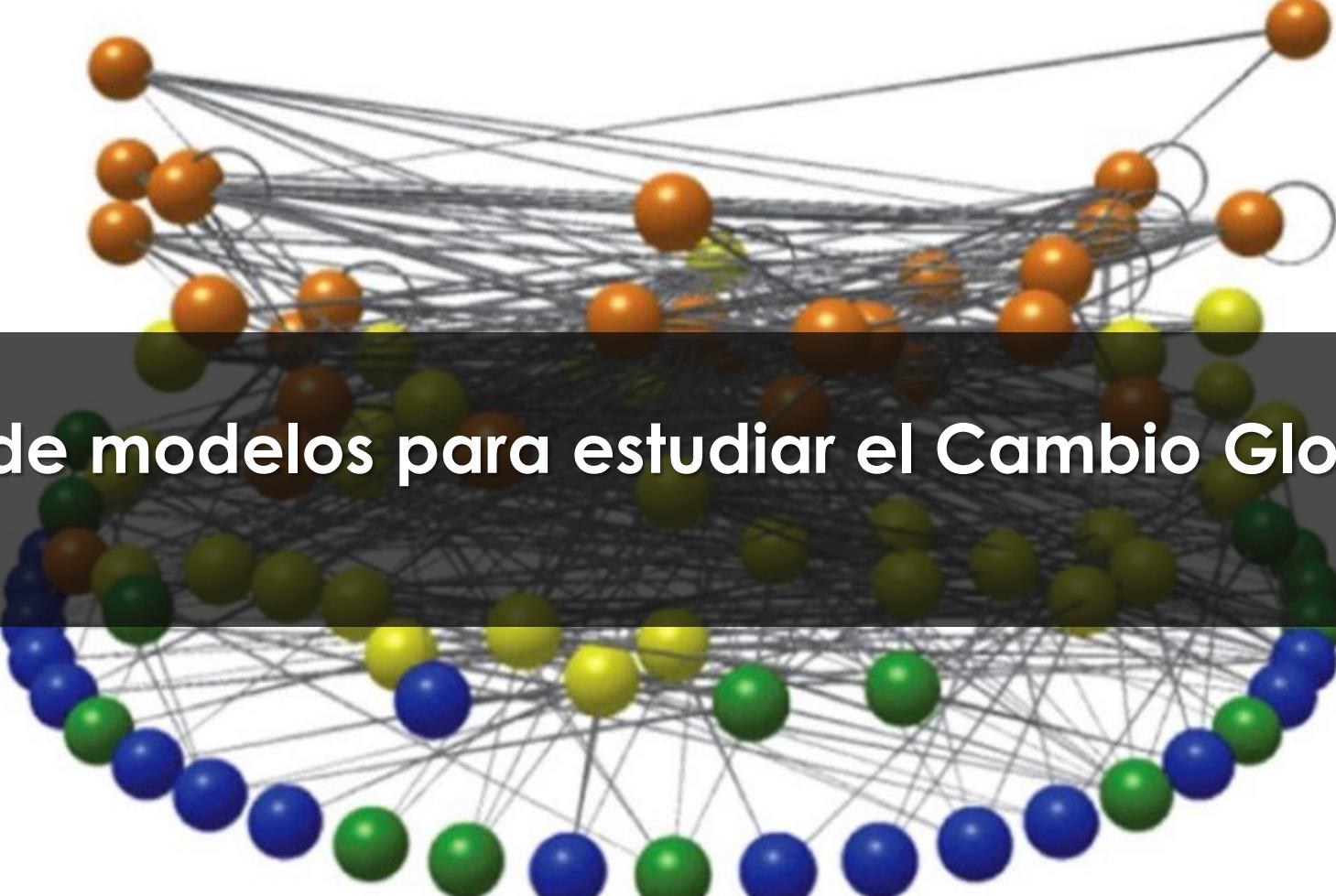
¿de qué hablamos cuando hablamos de modelos?

Representación abstracta, conceptual, gráfica o visual, física de fenómenos, sistemas o procesos a fin de **analizar, describir, explicar, simular** esos fenómenos o procesos. Un modelo permite determinar un resultado final a partir de unos datos de entrada.

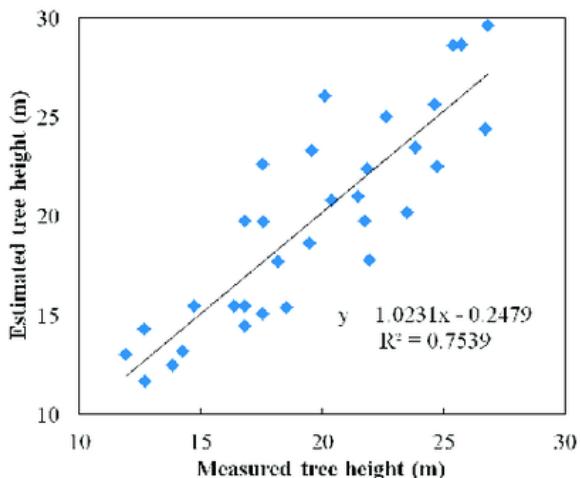
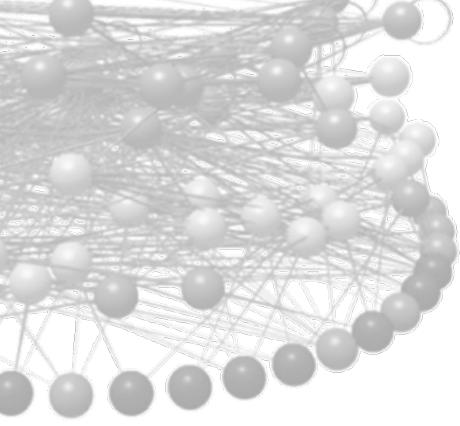
**“Essentially, all models are wrong,
...but some are useful.”**



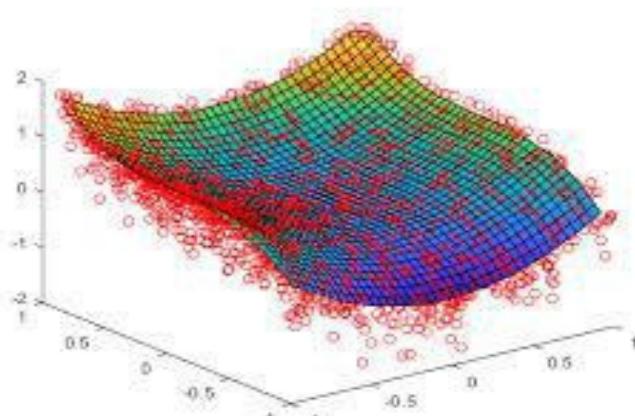
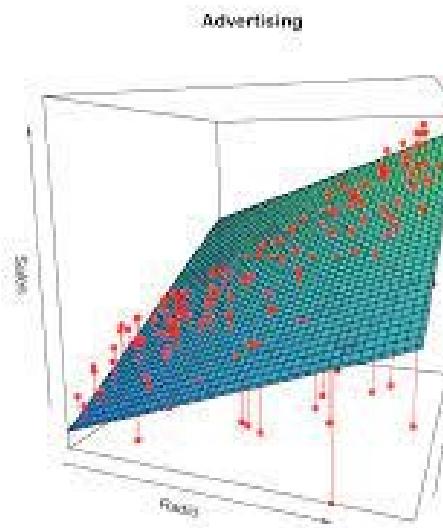
- George Box



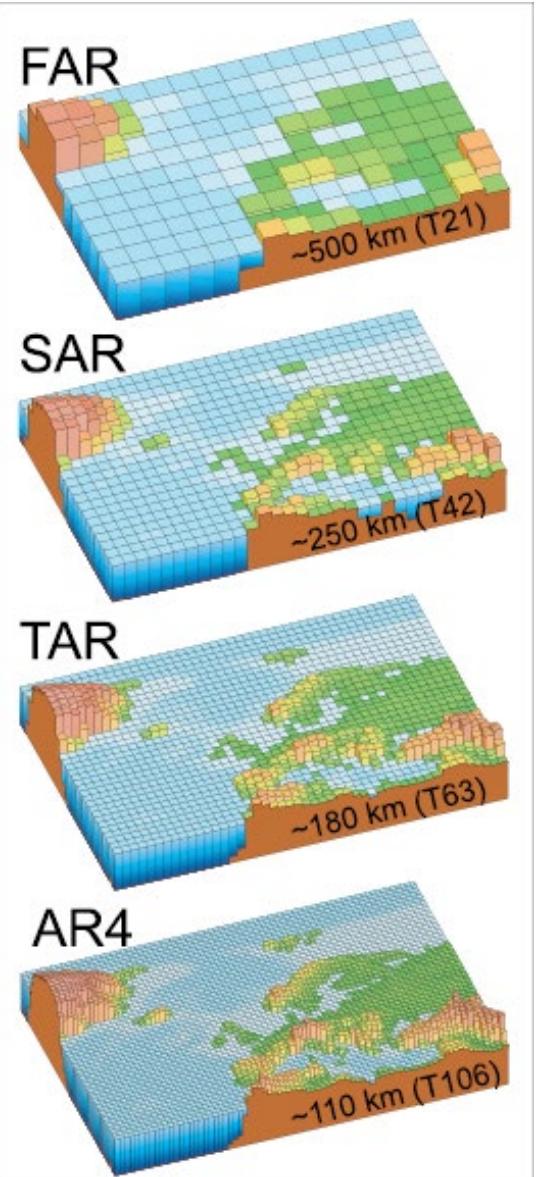
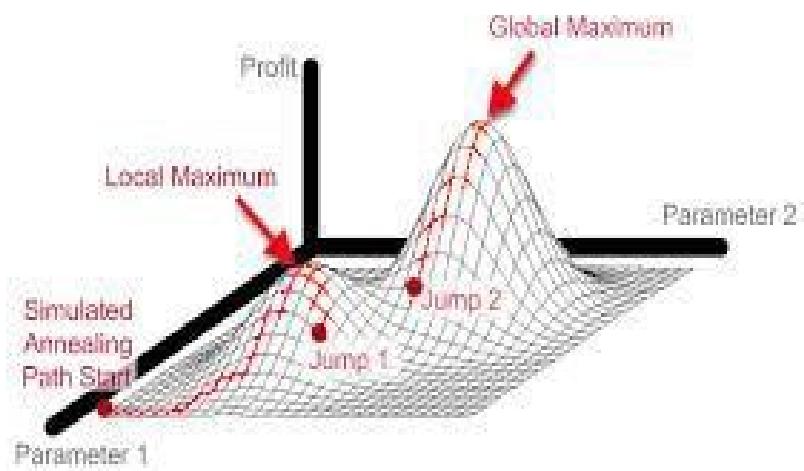
Tipos de modelos para estudiar el Cambio Global

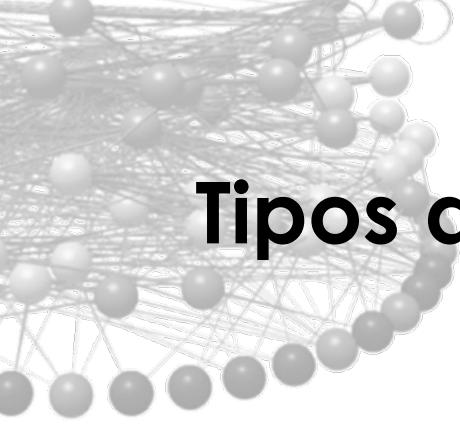


(g)



Simulated Annealing can escape local minima with chaotic jumps



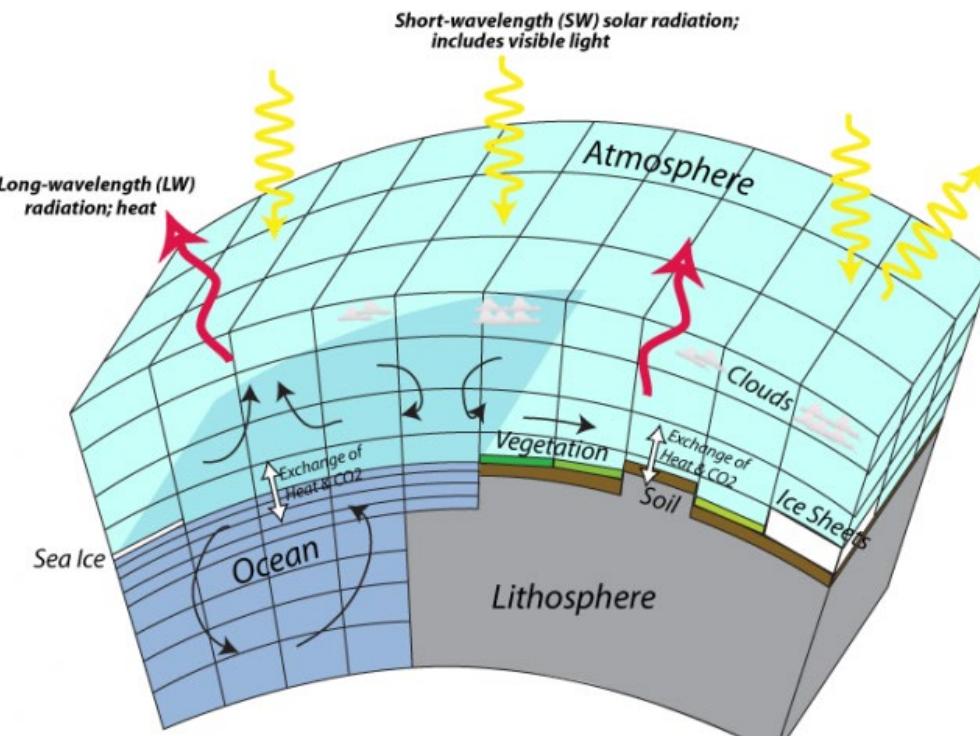


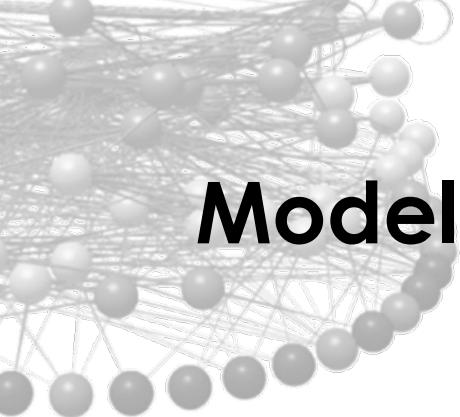
Tipos de modelos

- **Modelos físicos**: Es una representación o copia —generalmente a escala, ya sea mayor o menor— de algún objeto de interés y que permite su examen en diferentes circunstancias.
- **Modelos matemáticos**: Busca representar fenómenos o relaciones entre ellos a través de una formulación matemática (Modelos deterministas, estocásticos y probabilísticos)
- **Modelos gráficos**: Son la representación de datos, generalmente numéricos, mediante **recursos gráficos**
- **Modelos conceptuales**: Pueden entenderse como un mapa de conceptos y sus relaciones, incluyendo suposiciones acerca de la naturaleza tanto de los fenómenos que esos conceptos representan como sus relaciones. Estos modelos implican un alto nivel de abstracción, concentrándose en aspectos de categorías semánticas o conceptuales que son considerados fundamentales para la comprensión de lo representado.

Modelos de Circulación General (GCMs)

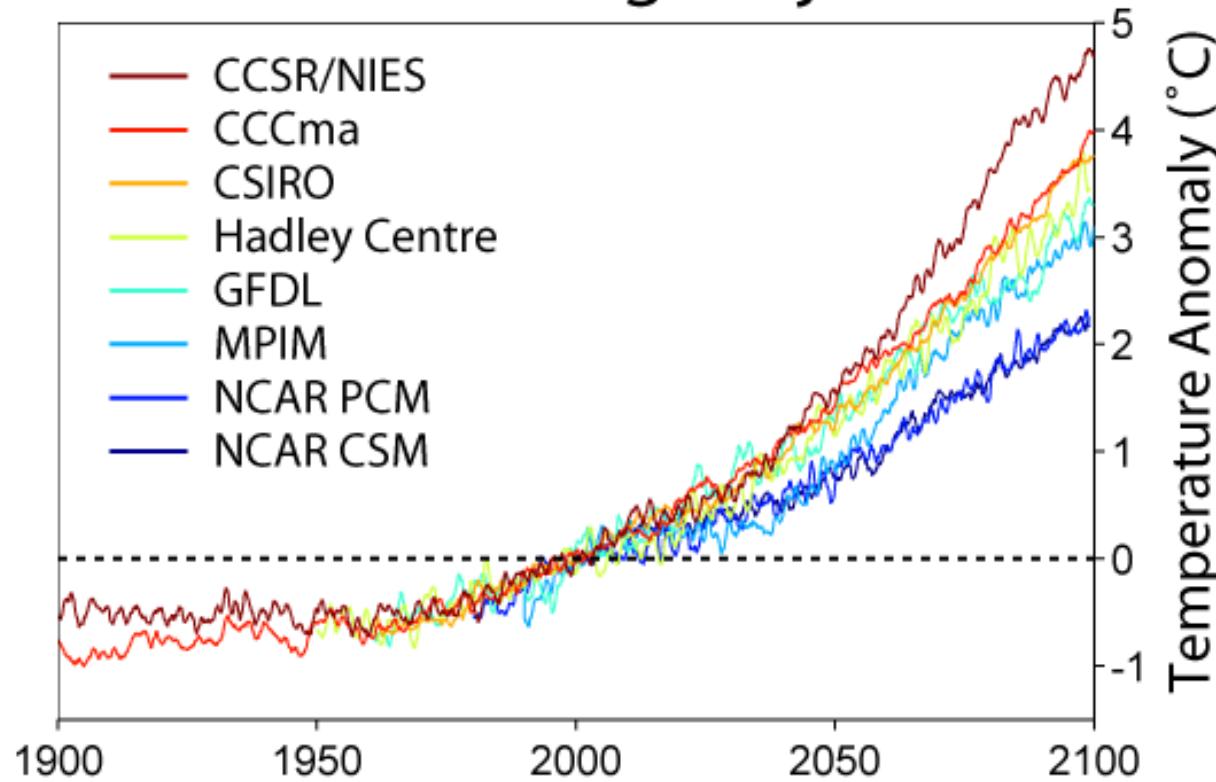
Un modelo general de circulación (MCG, en inglés: GCM) es un modelo de tipo matemático sobre lo que es la circulación de una atmósfera u océano planetario. Estas ecuaciones sirven de base para modelos complejos en programas de computador que normalmente se utilizan para simular las condiciones de la atmósfera y los océanos de la Tierra.

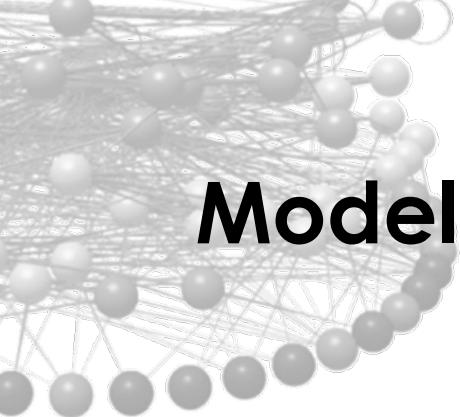




Modelos de Circulación General (GCMs)

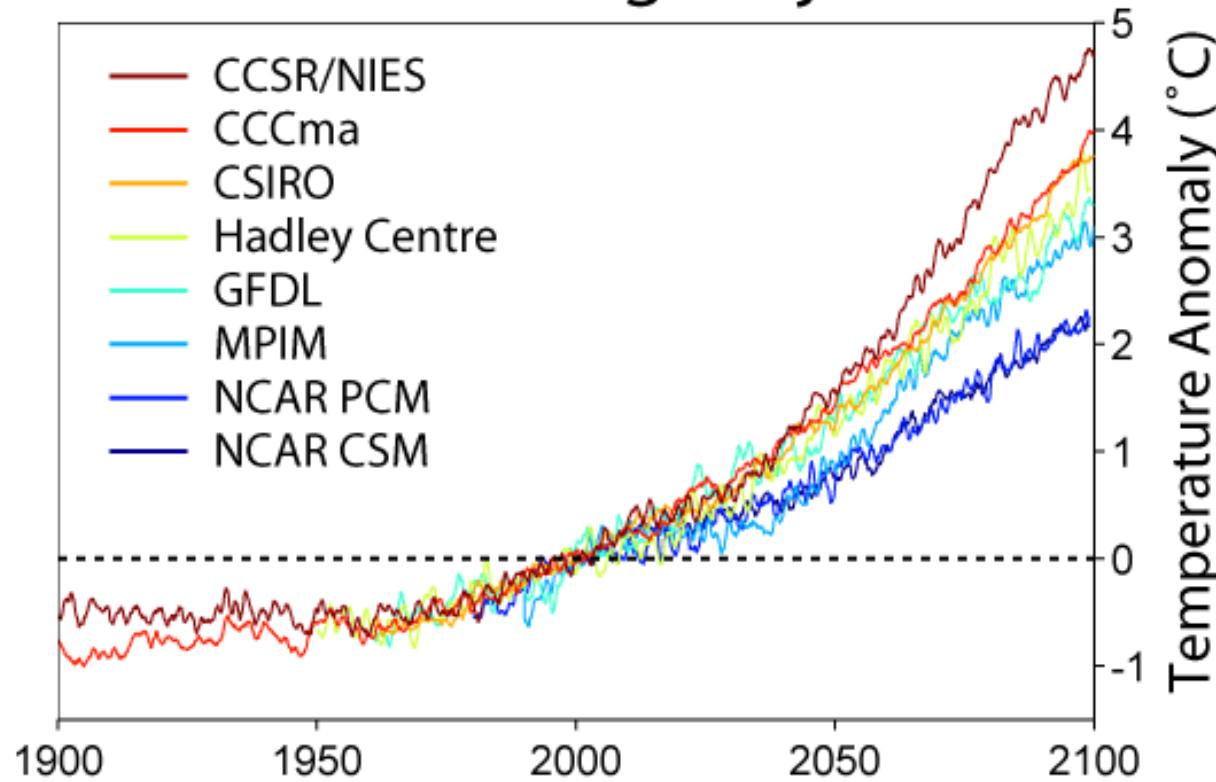
Global Warming Projections



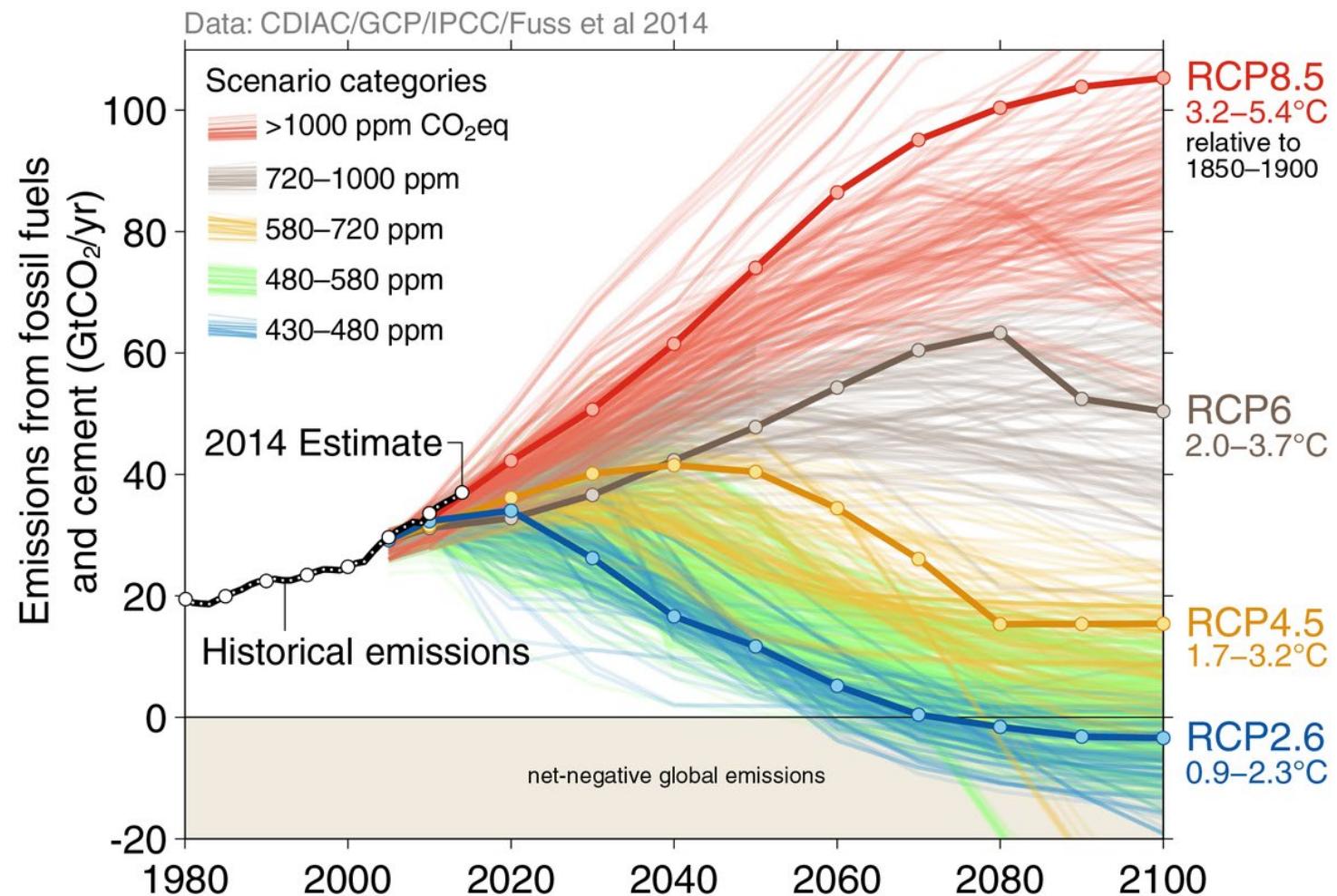


Modelos de Circulación General (GCMs)

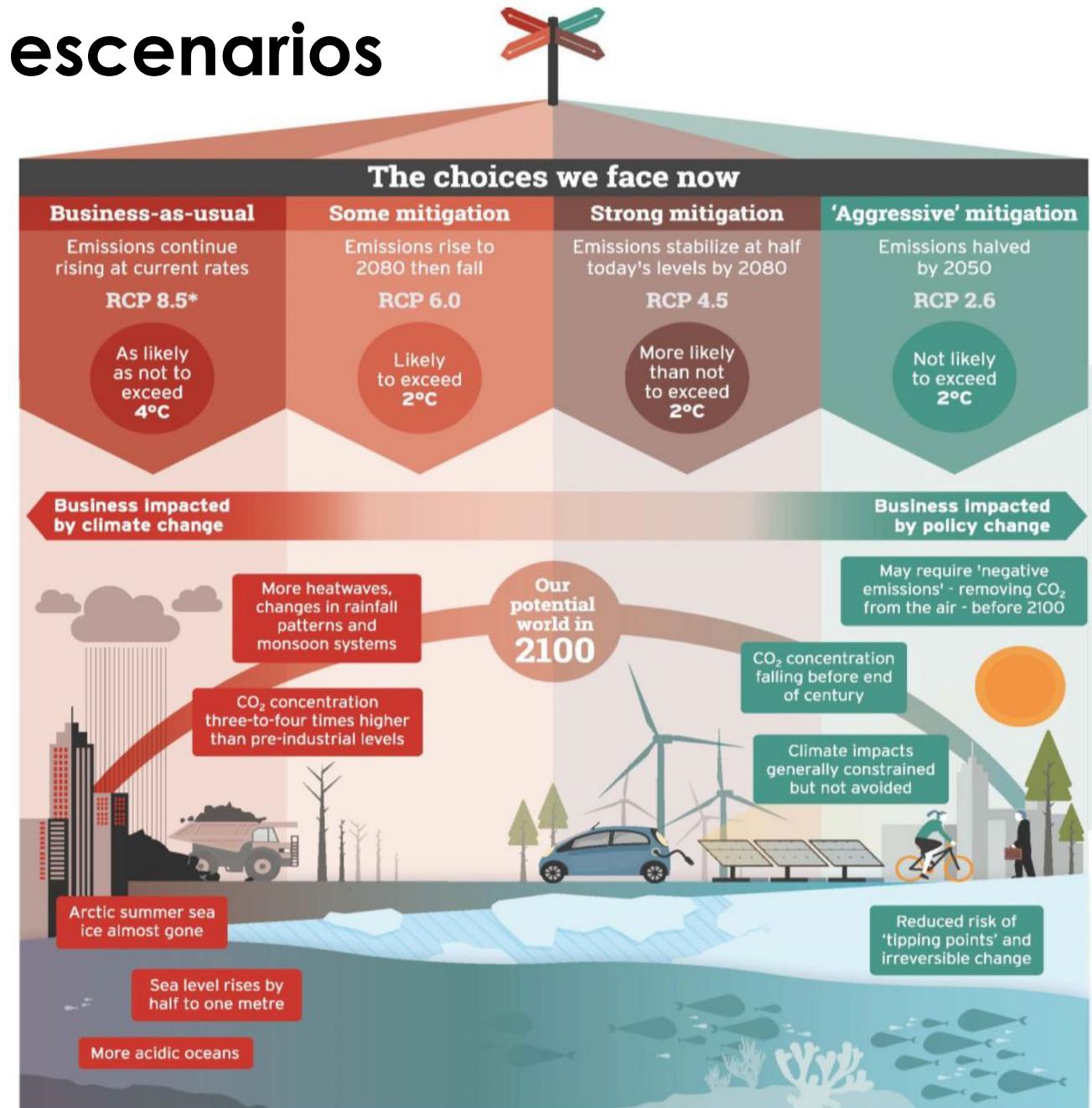
Global Warming Projections



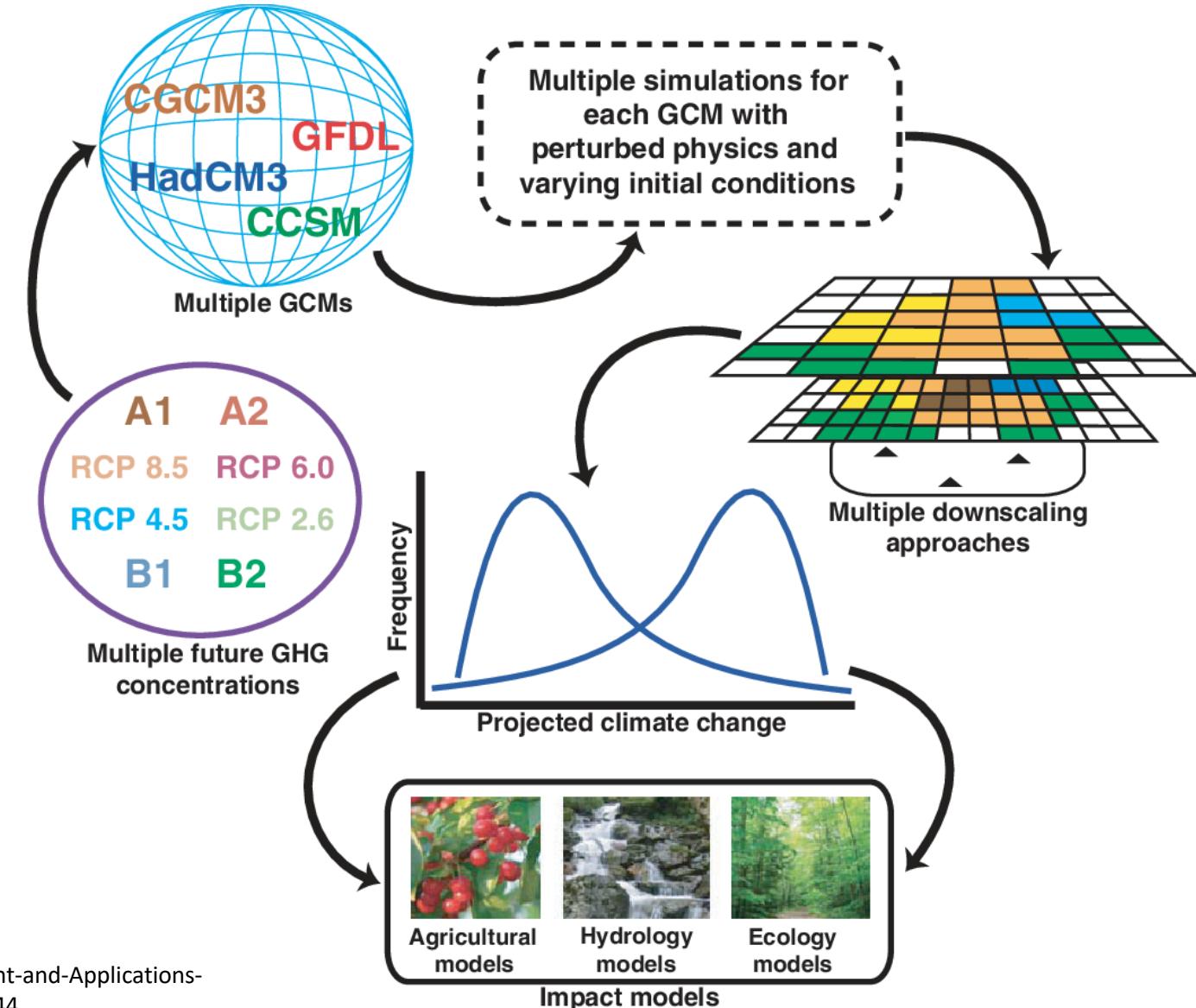
Modelos de emisiones de CO₂ (distintos escenarios)



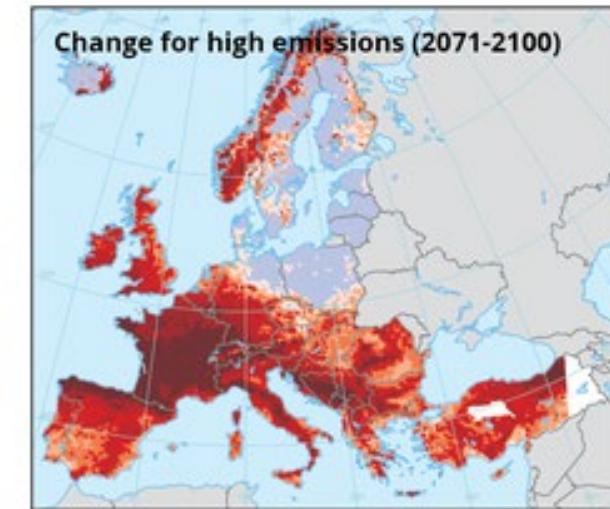
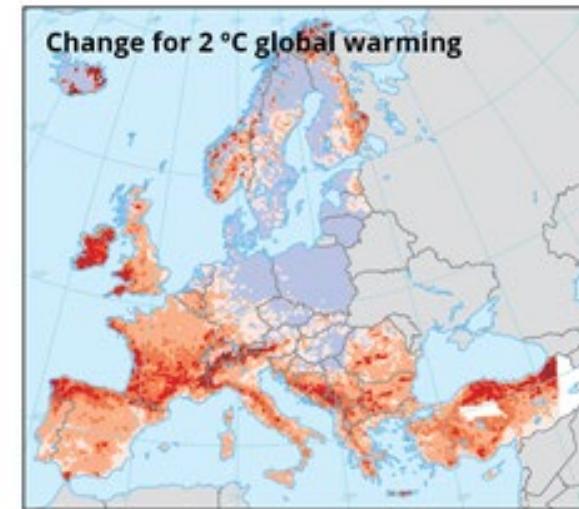
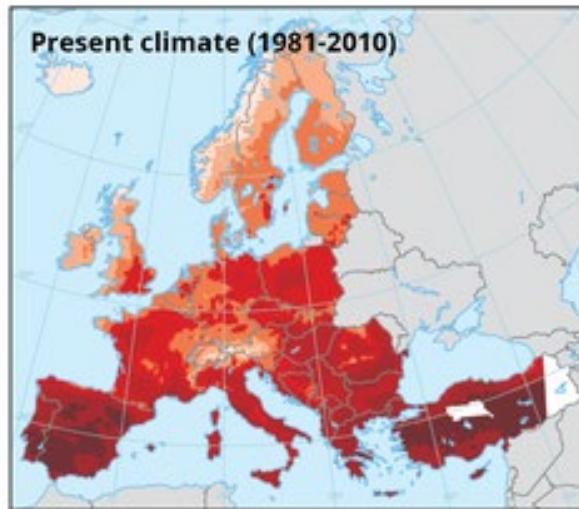
La importancia de los escenarios



La importancia de los escenarios

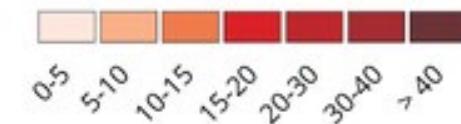


La importancia de los escenarios



Overall weather-driven forest fire danger in the present climate and projected changes under two climate change scenarios

Fire Weather Index



Projected change in Fire Weather Index

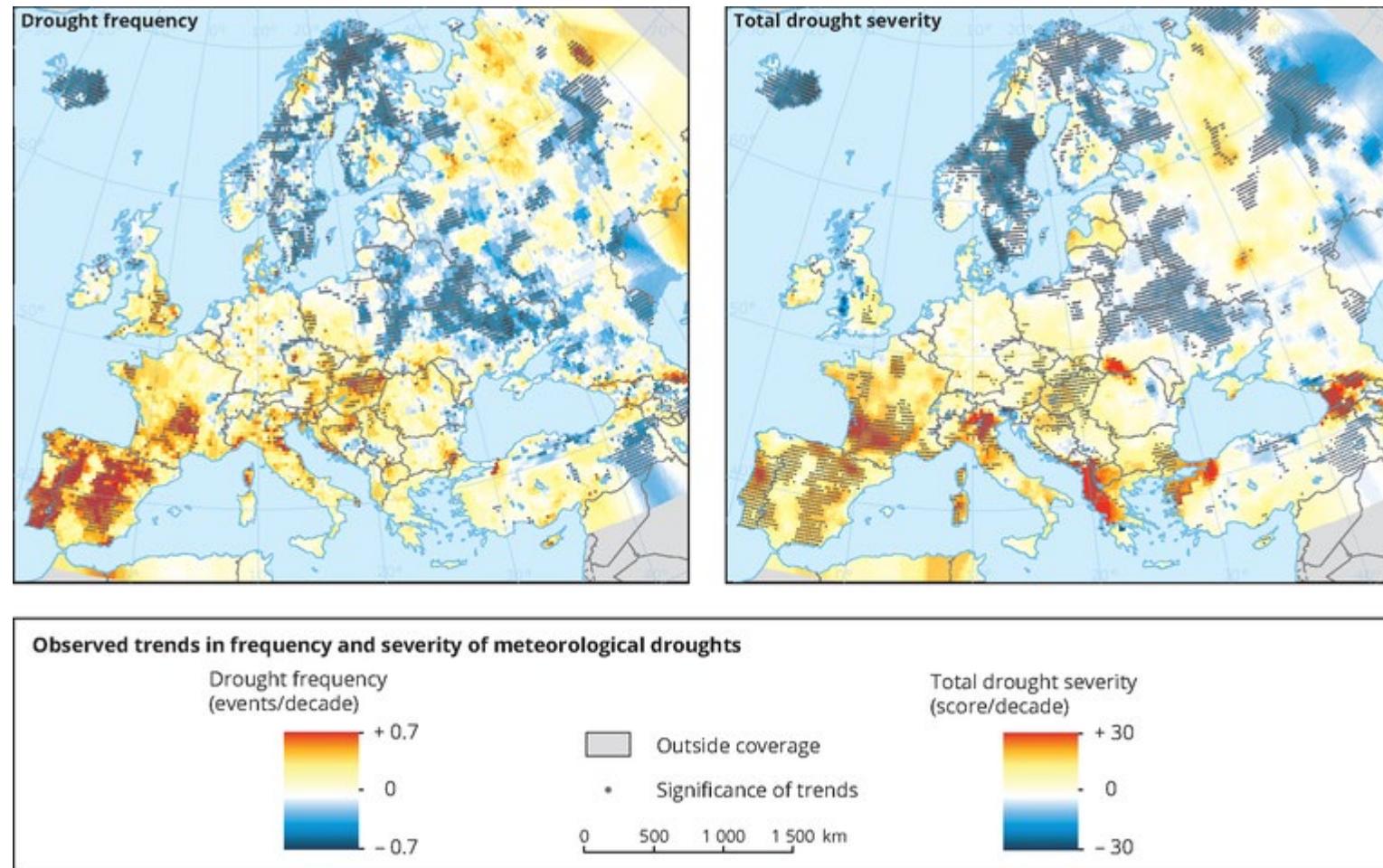


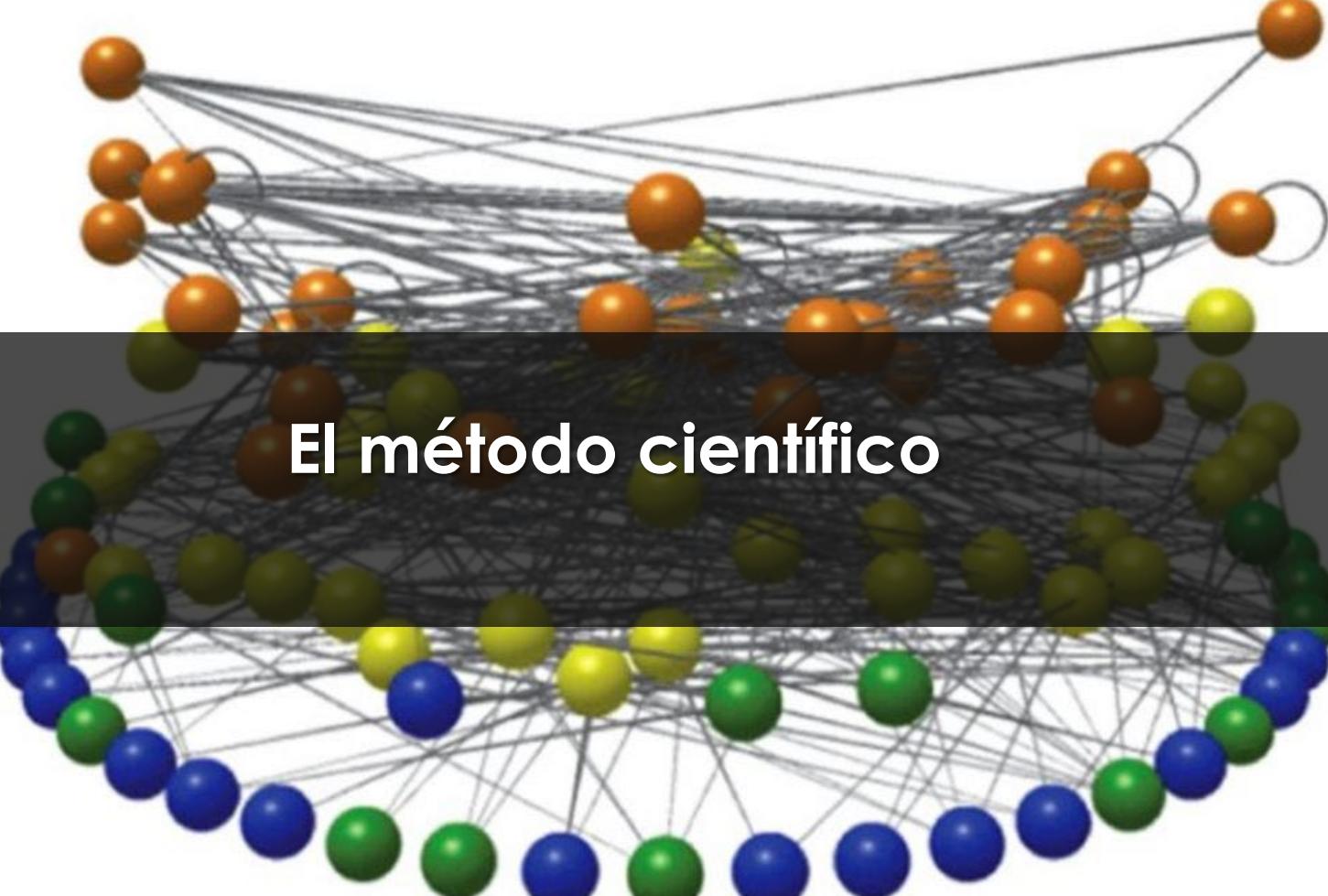
No data

Outside coverage

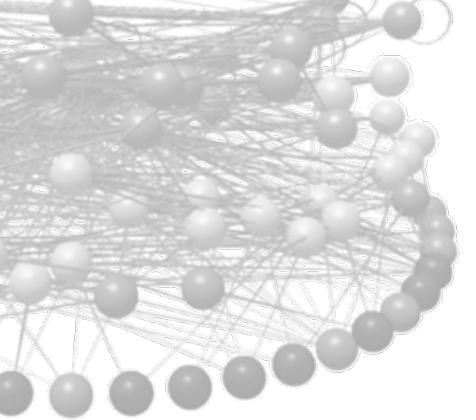
0 750 1 500 km

La importancia de los escenarios

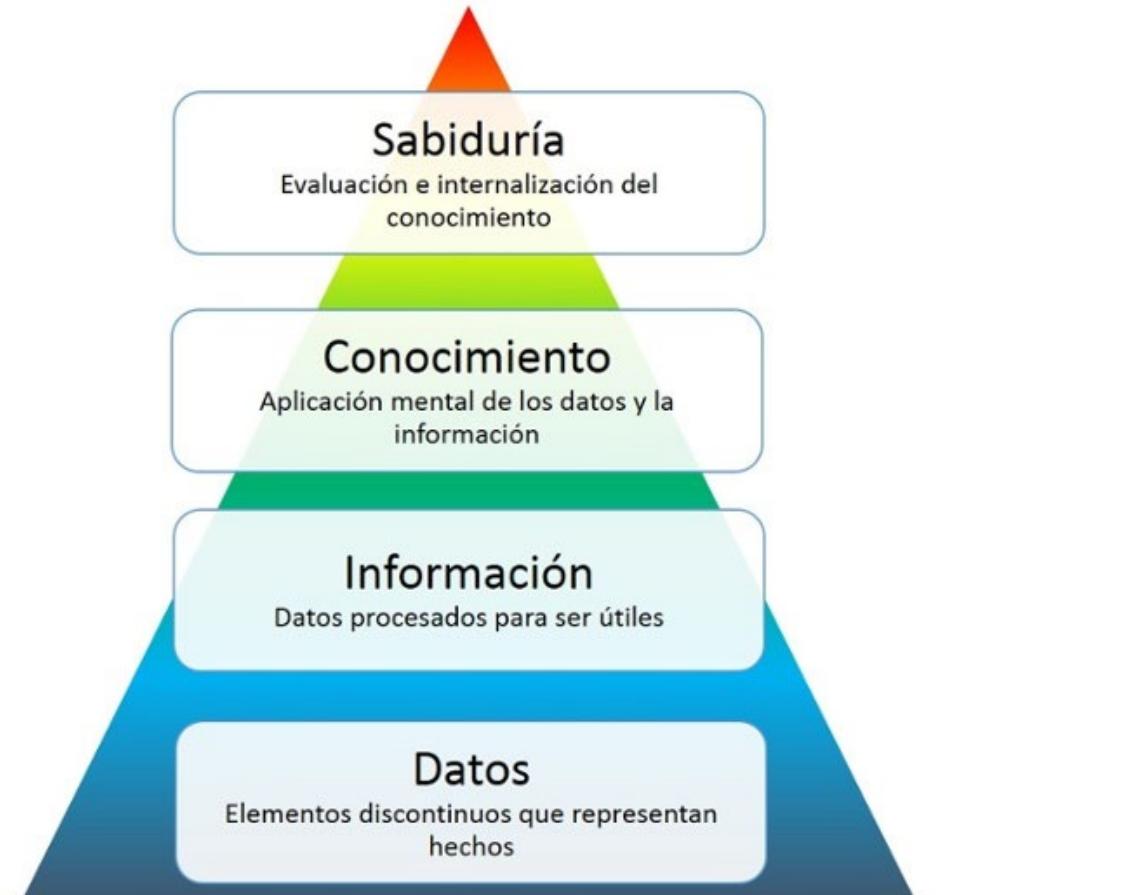




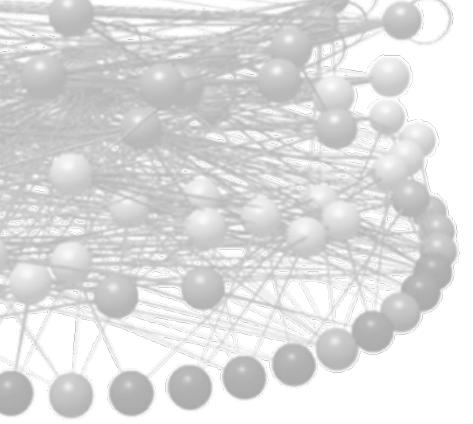
El método científico



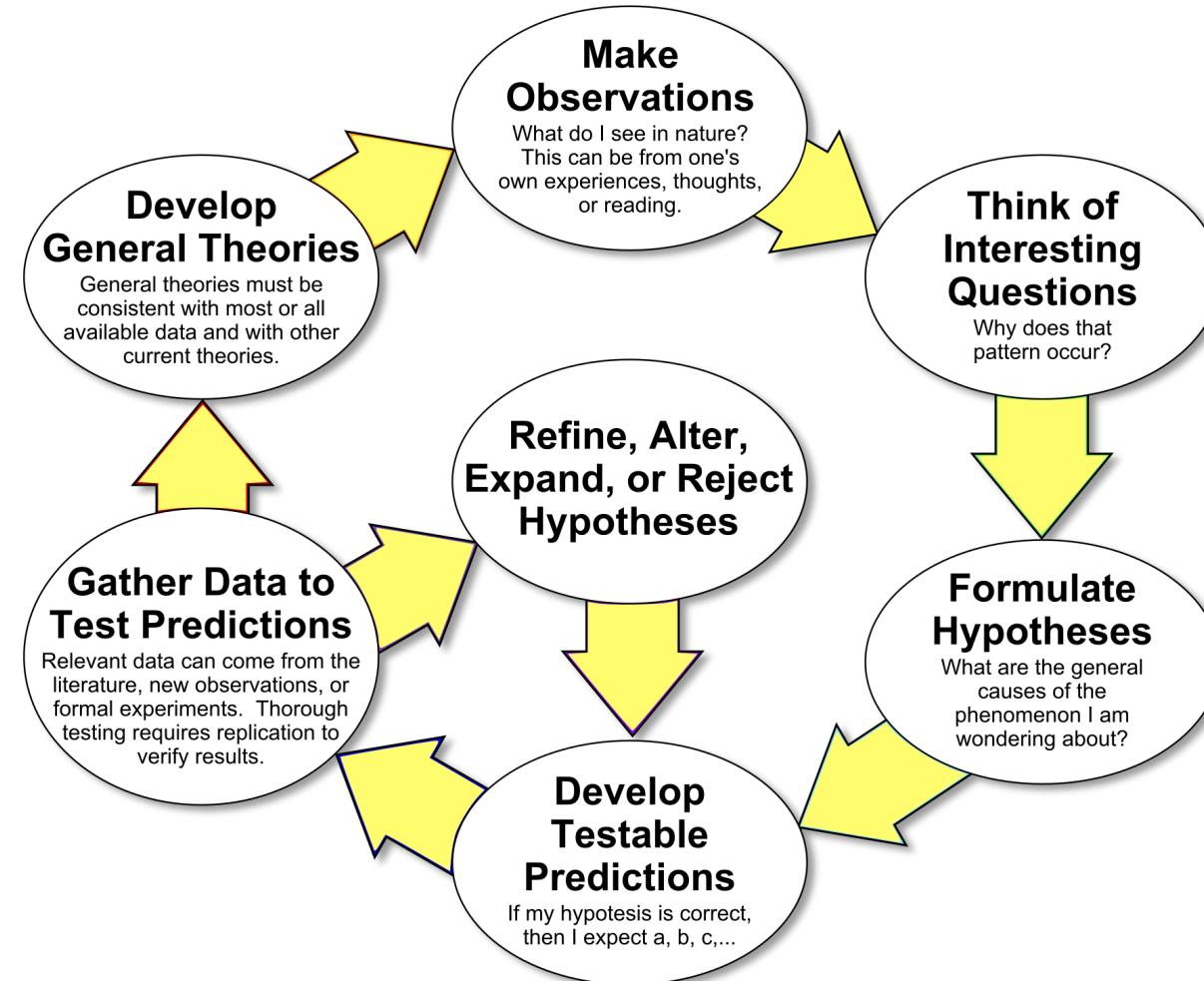
Niveles de información

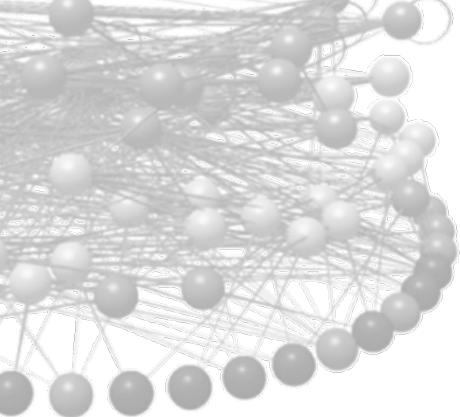


Fuente: Hey, J.: The Data, Information, Knowledge, Wisdom Chaim: The Metaphorical Link

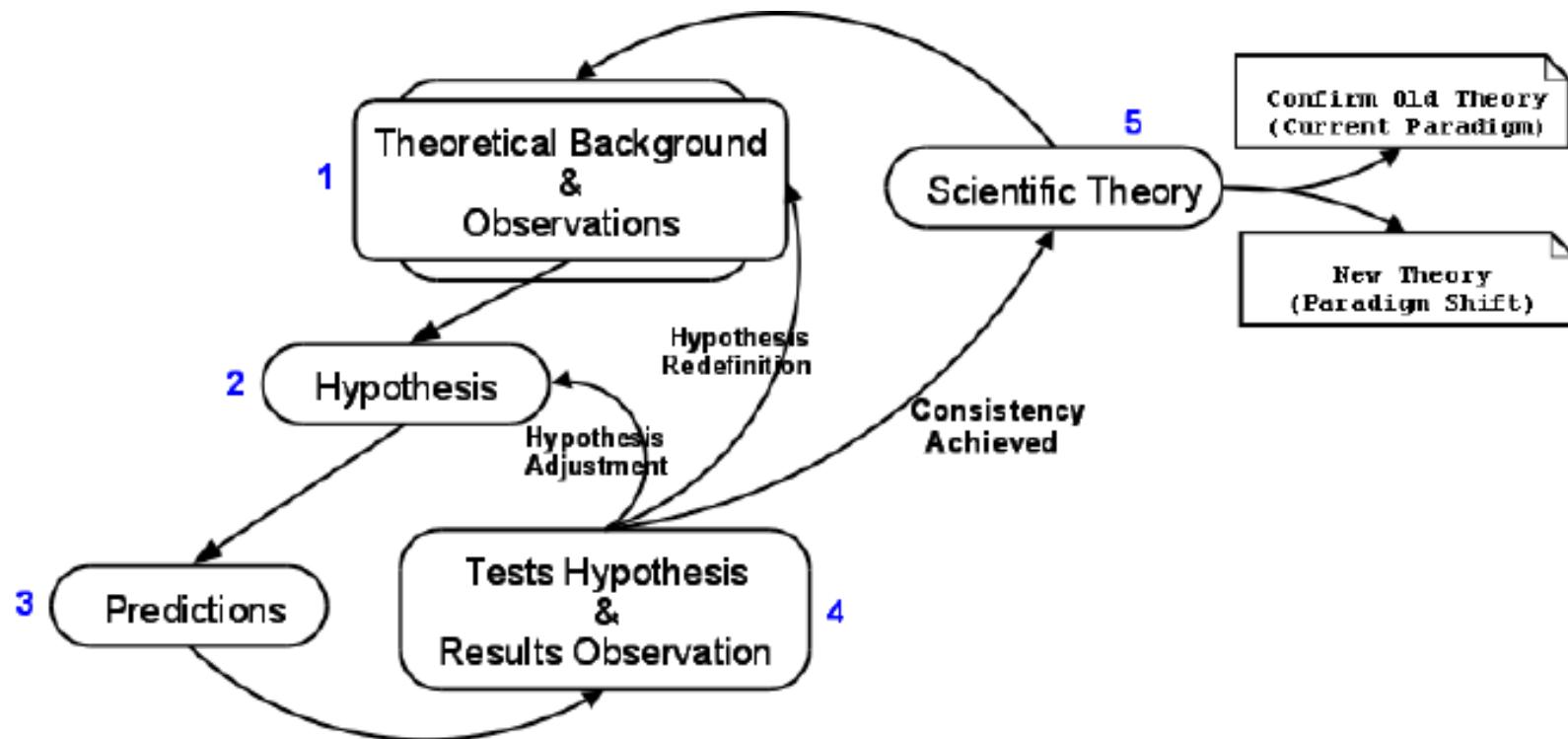


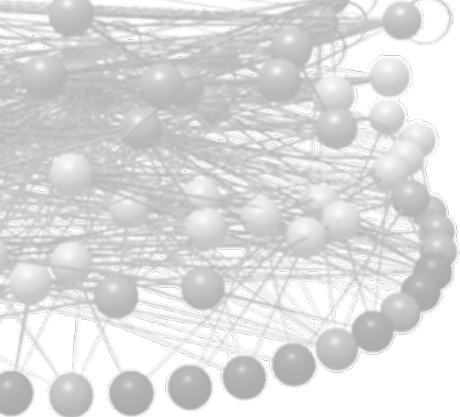
El método científico



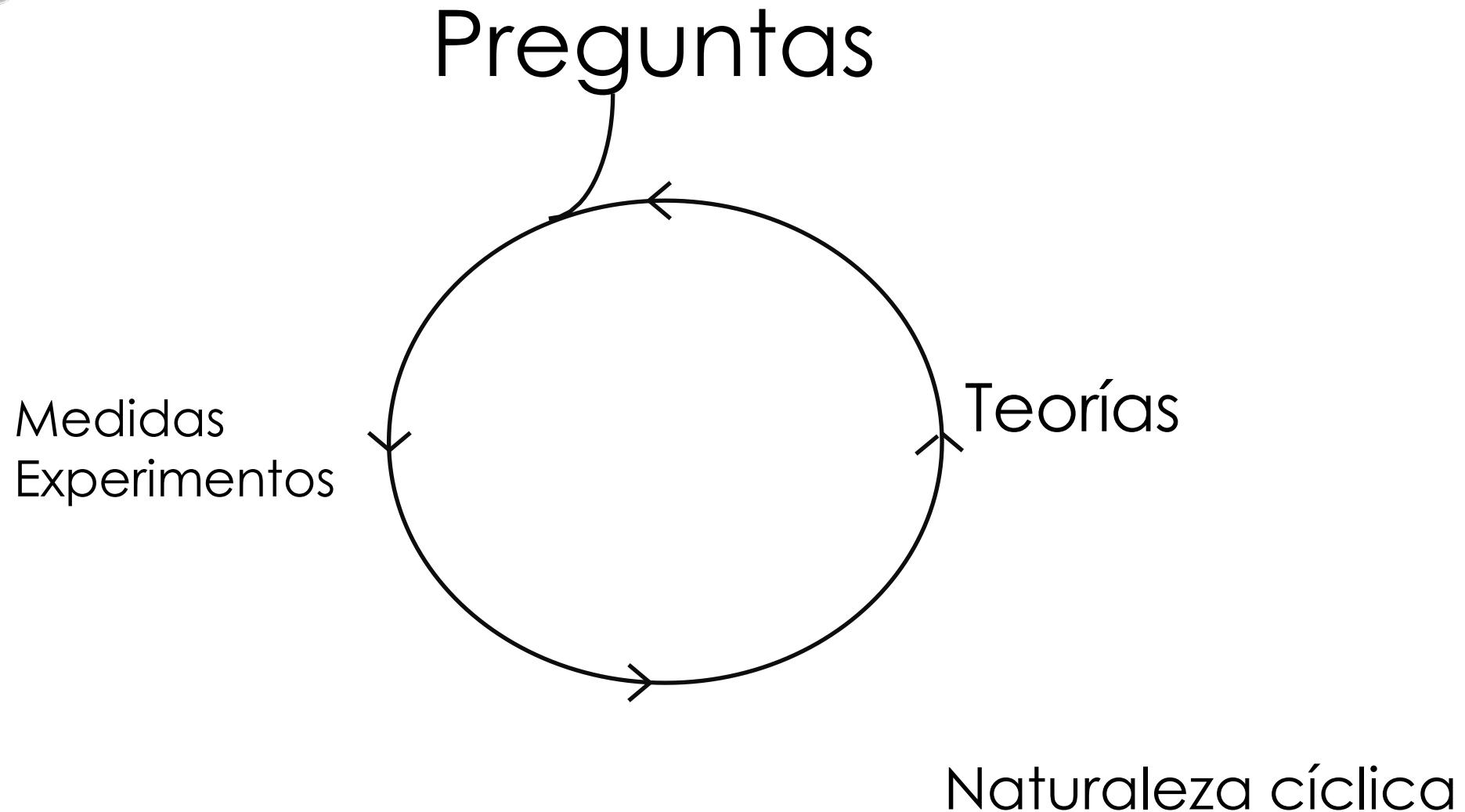


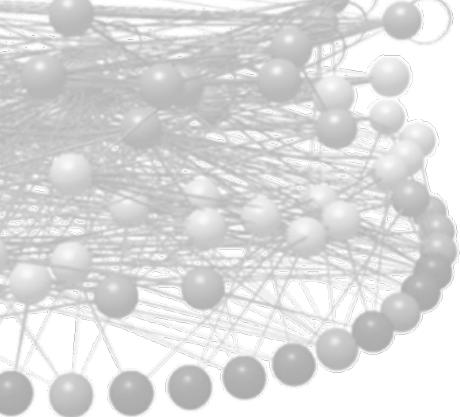
El método científico





El método científico

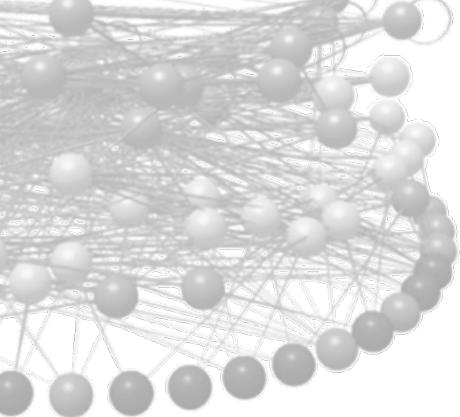




Medidas / Datos o observaciones:

“When you can measure what you are speaking about and express it in numbers, you know something about it.”

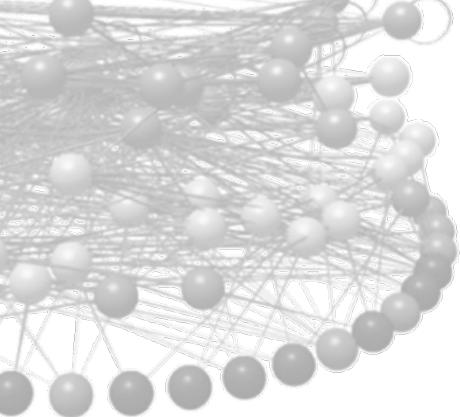
Lord Kelvin, speaking to the Institution of Civil Engineers, May 3, 1883



El método científico.

Método inductivo.

Método hipotético-deductivo.



INDUCCIÓN

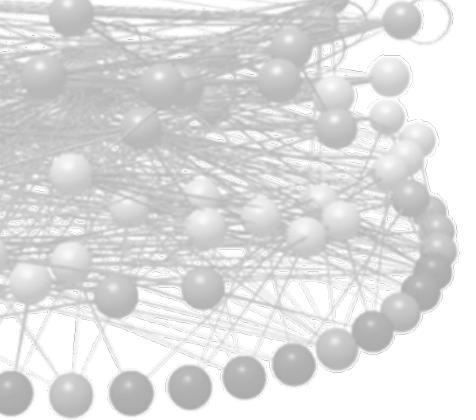
Hechos particulares → Principios generales.

Datos.

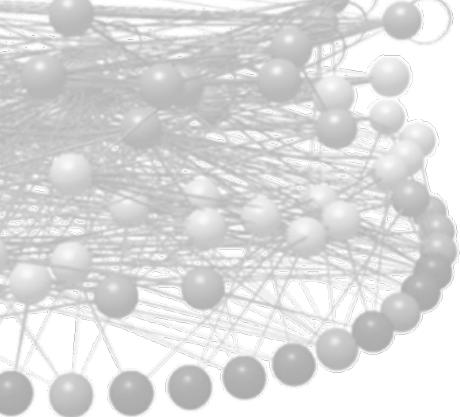
Identificación de patrones.

Observación / experimentación.

METODO INDUCTIVO

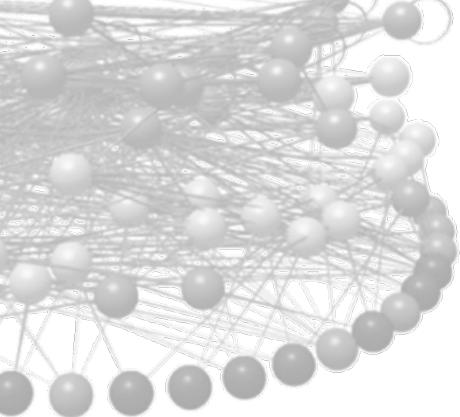


Tradicionalmente, a partir de las ideas de [Francis Bacon](#) se consideró que la ciencia partía de la observación de hechos y que de esa observación repetida de fenómenos comparables (**patrones**), se extraían por [inducción](#) las leyes generales que gobiernan esos fenómenos. En él se plantea una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente.



Fases del Método inductivo.

- Observación general de hechos.
- Observación repetida de fenómenos comparables.
- Se extraen por inducción las leyes generales que gobiernan esos fenómenos.
- Se plantea una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente.



DEDUCCIÓN

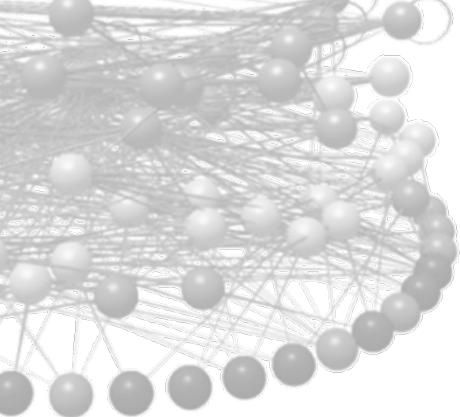
Principio Universal → Hechos particulares

Asunciones-Generalizaciones.

Examinar mecanismos - Procesos.

Experimentación, modelos matemáticos.

METODO HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO



El método hipotético-deductivo

Hist. Phil. Life Sci., 16 (1994), 205-240

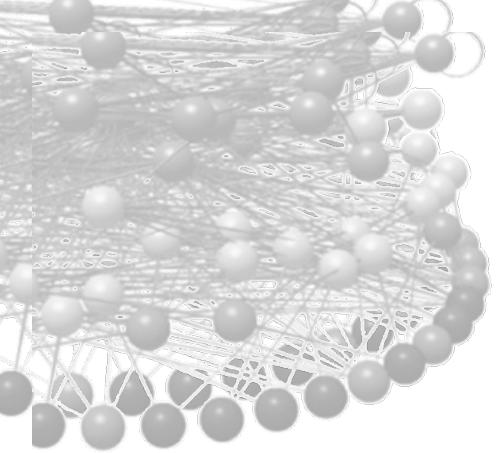
On the Scientific Method, Its Practice and Pitfalls

Francisco J. Ayala

*Department of Ecology and Evolutionary Biology
University of California
Irvine, CA 92717, USA*

La ciencia:

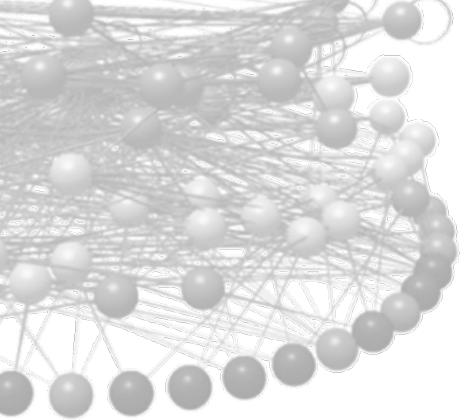
- Organiza de forma sistemática el conocimiento acerca de como se organiza el mundo natural
(genera conocimiento de forma sistemática, establece teorías, leyes a través de la observación y experimentación de fenómenos no relacionados aparentemente)
- Persigue establecer por qué ocurren determinados eventos



Método hipotético-deductivo

Episodio imaginativo: Las hipótesis (conjeturas imaginativas) proporcionan pistas sobre dónde encontrar la verdad

Episodio crítico: las hipótesis son sometidas a comprobación empírica deduciendo sus consecuencias (predicciones) para el mundo real y examinando si son correctas



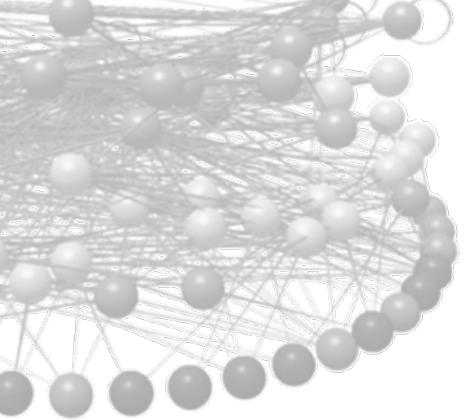
Método hipotético-deductivo

Hipótesis y predicciones:

“Las hipótesis científicas son creaciones de la mente, sugerencias imaginativas sobre lo que podría ser verdad”. Las predicciones son consecuencias lógicas precisas derivadas de las hipótesis.

Las explicaciones científicas deben formularse de manera que puedan someterse a pruebas empíricas (**FALSIFICACIÓN EMPIRICA**). Esto es, si una hipótesis lleva a hacer predicciones erróneas sobre el mundo, esas **predicciones deberían ser comprobables**.

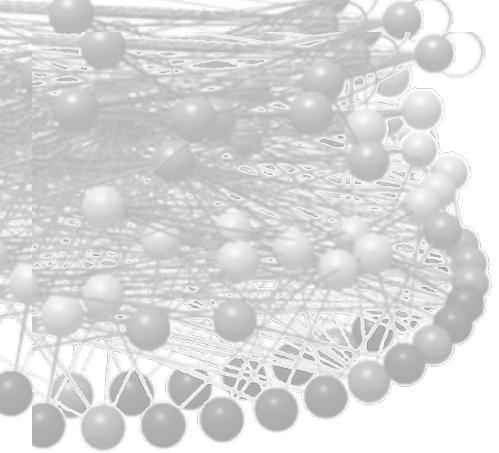
En ciencia no podemos decir que algo es cierto, pero podemos rechazar una hipótesis si sus predicciones no se cumplen. Si una hipótesis no es susceptible de ser rechazada por observación/experimento, entonces no es una hipótesis científica.



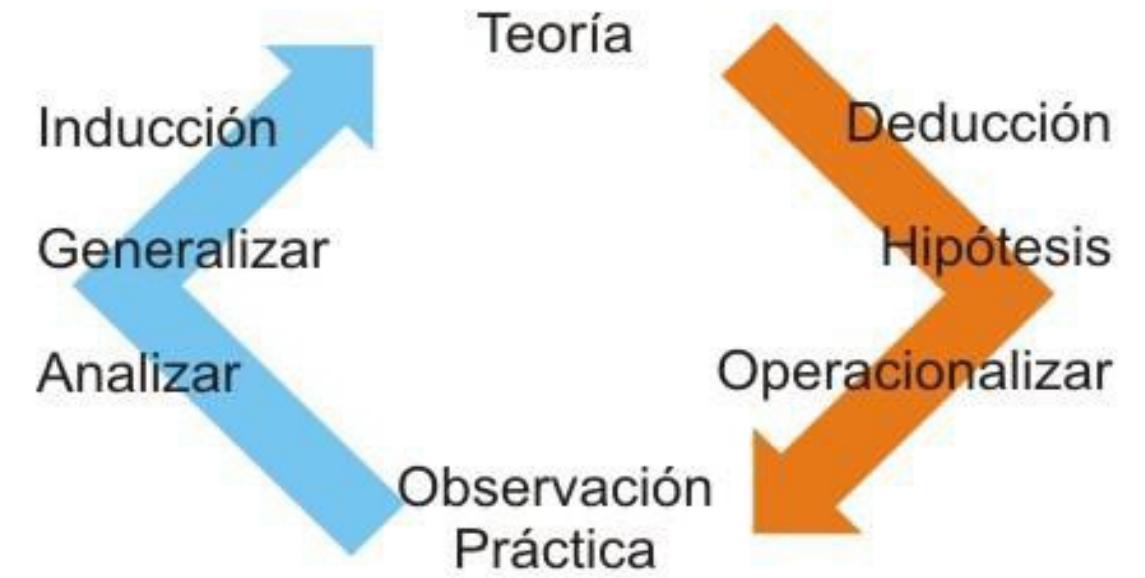
Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

Fases del método hipotético-deductivo

- Planteamiento del problema
- Creación de hipótesis
- Deducciones de consecuencias de la hipótesis
- Contrastación: Refutada o aceptada



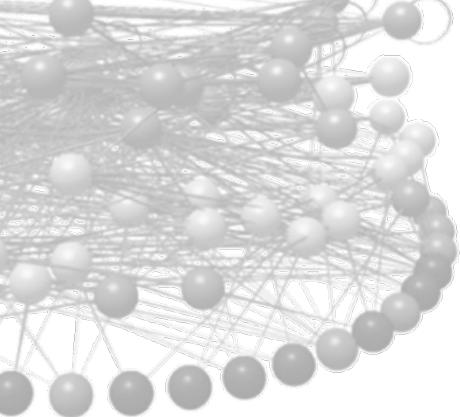
Dos formas de pensar



General **Deductivo** Particular

Inductivo

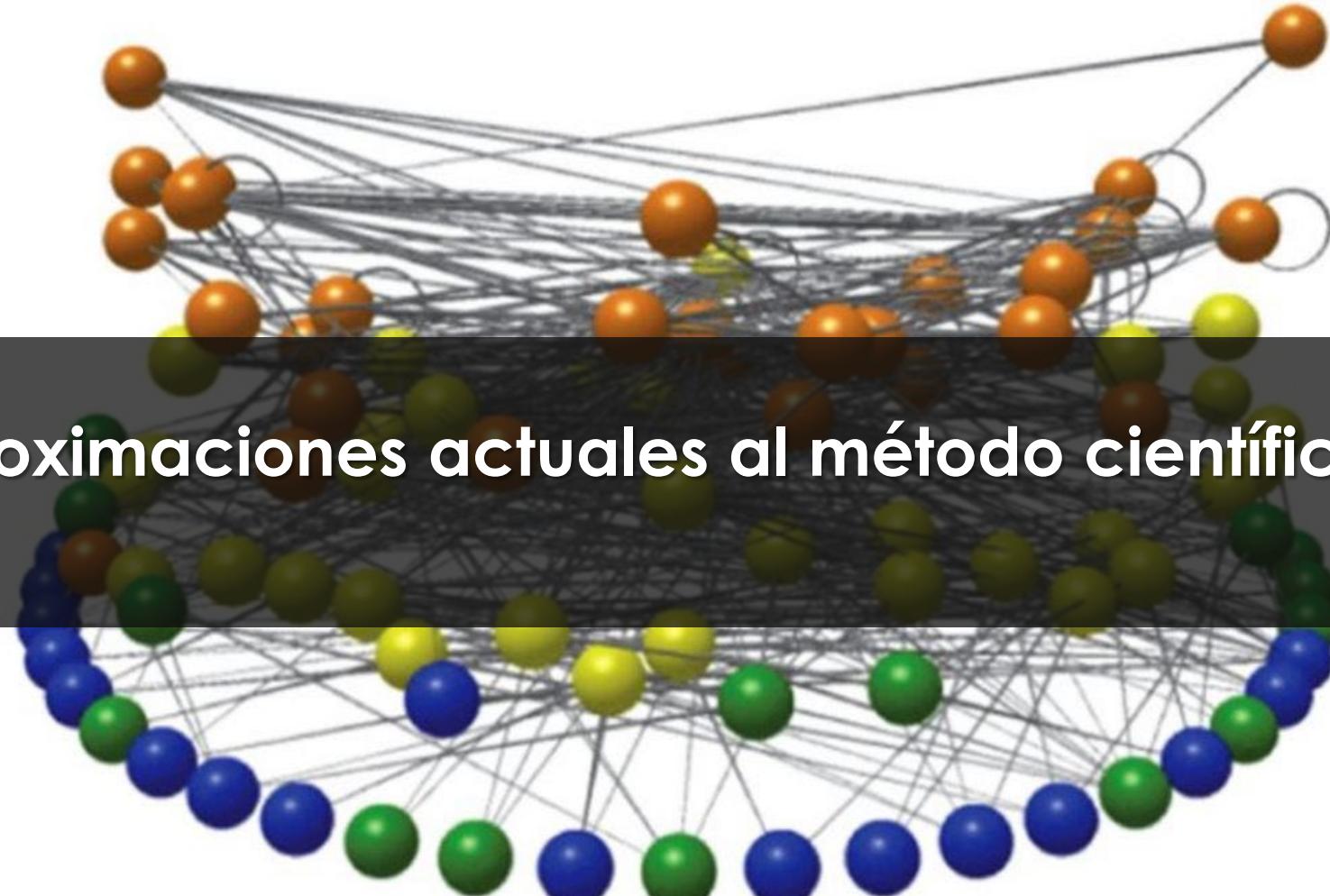
This section shows the relationship between General and Particular, mediated by deductive and inductive paths.

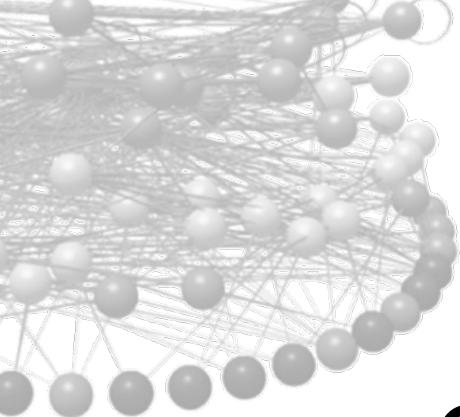


RESUMEN:

¿Qué papel tienen las observaciones
y/o experimentos en las aproximaciones
hipotético-deductivas?

Aproximaciones actuales al método científico



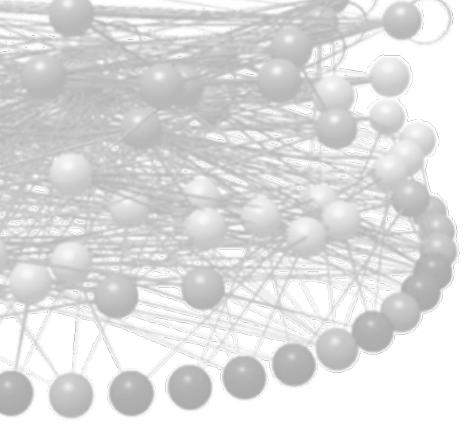


Aproximaciones actuales.

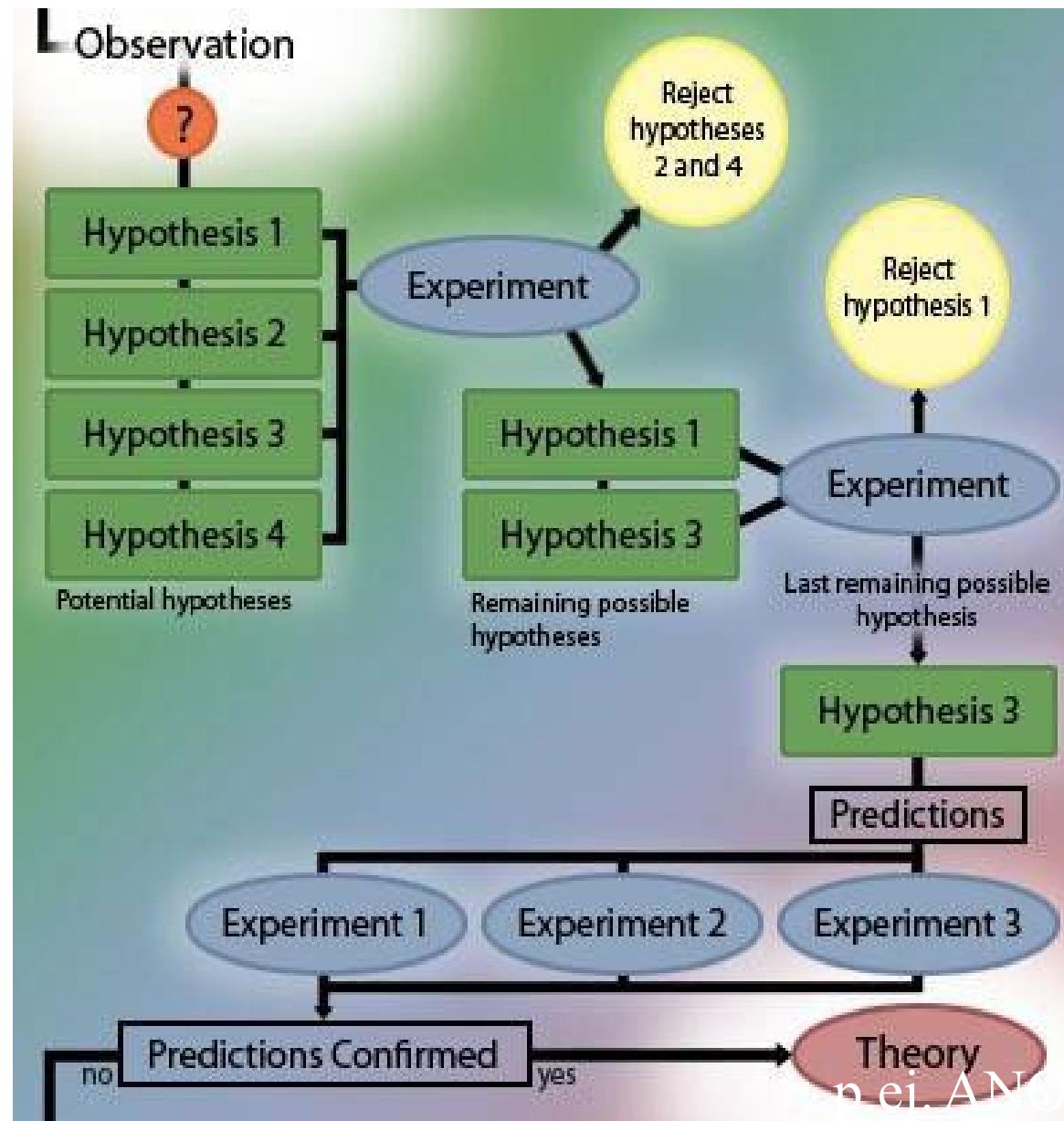
Contraste de hipótesis. Experimentación. (Método inductivo) (“Popperiano”).

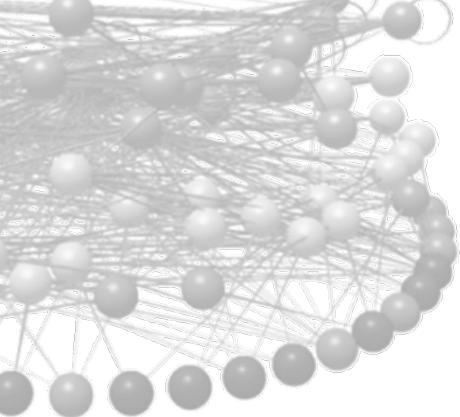
Comparación entre múltiples hipótesis (“Lakatos”).
Análisis de datos (Inductivo/ hipotético-deductivo).

Método hipotético-deductivo (p.ej. Mac Arthur).



Aproximación experimental clásica o de contraste de hipótesis:

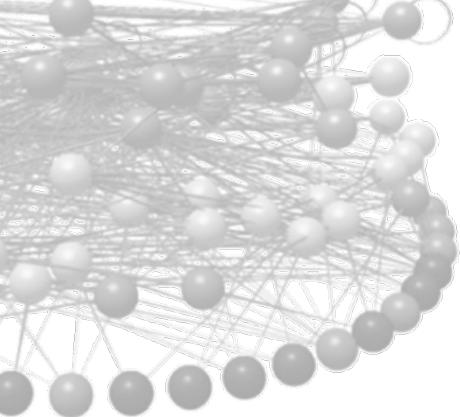




Aproximación predominante en el Contraste de Hipótesis “Frequentist” (o el “falsificador”).

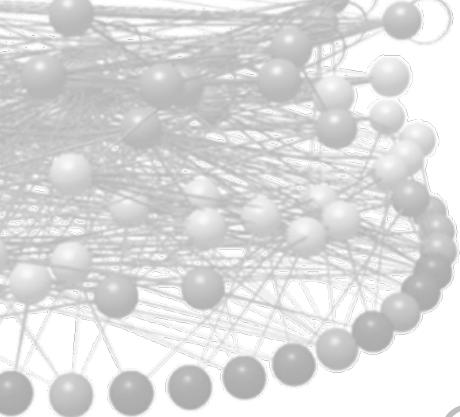
Modelo estadístico predeterminado (T – student, χ^2 ...)

Las hipótesis nunca son “aceptadas” sino que son rechazadas de forma categórica si la probabilidad de obtener el valor observado es muy pequeña (“ p -value”).



Algunas limitaciones del método experimental.

- Existen interacciones no-lineales.
- Las preguntas no siempre pueden ser expresadas según hipótesis categóricas (p.ej. procesos).
- Dificultad para obtener réplicas (v.g. heterogeneidad espacial)
- Número elevado de interacciones.
- El “silogismo” puede ser muy lento.
- Escalas espaciales y temporales no abordables.
- ...etc...

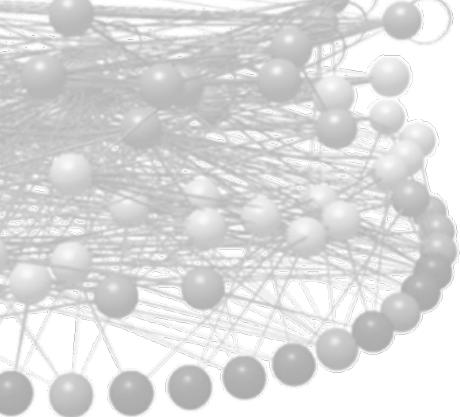


Aproximaciones actuales.

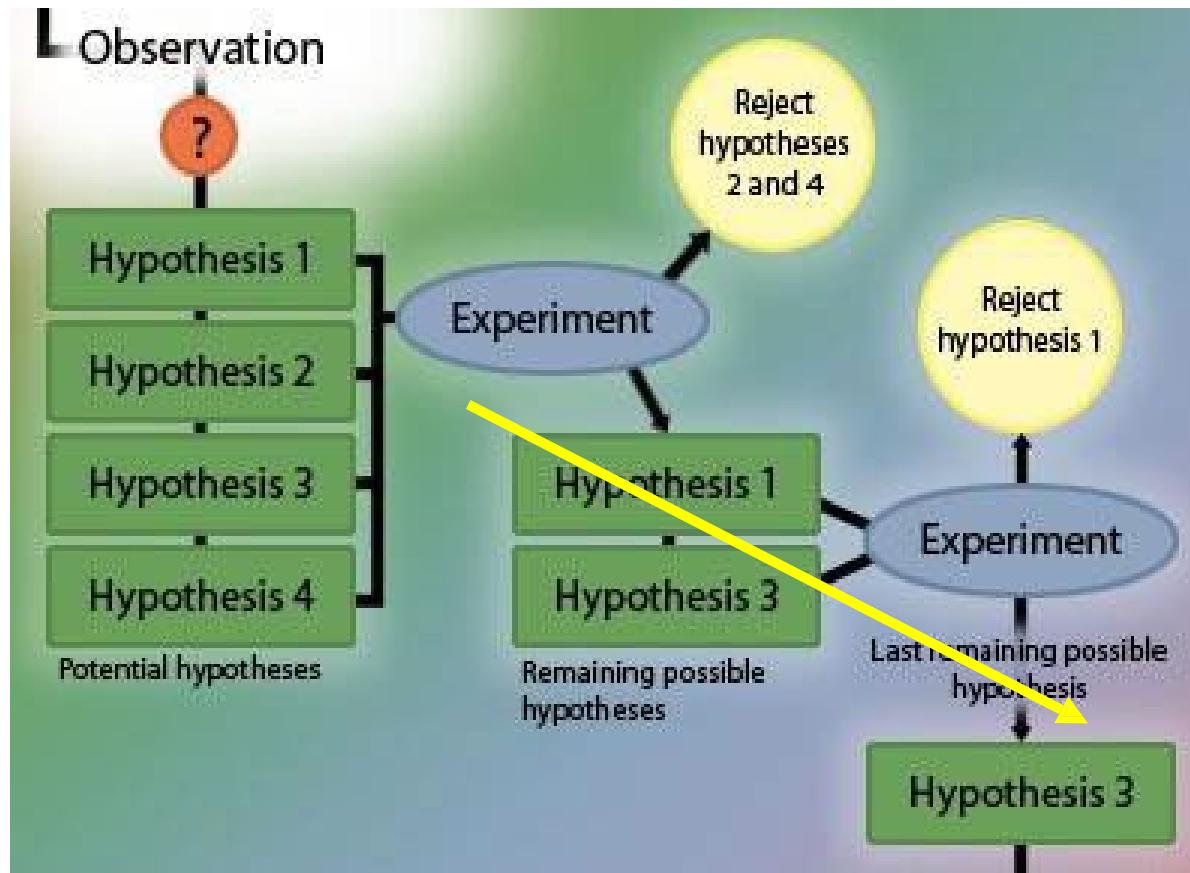
Contraste de hipótesis. Experimentación. (Método inductivo) (“Popperiano”).

**Comparación entre múltiples hipótesis (“Lakatos”).
Análisis de datos (Inductivo/ hipotético-deductivo).**

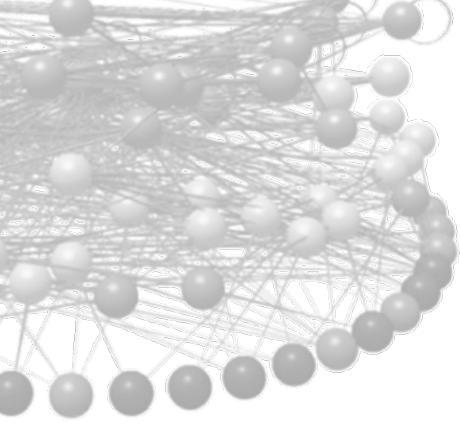
Método hipotético-deductivo (p.ej. Mac Arthur).

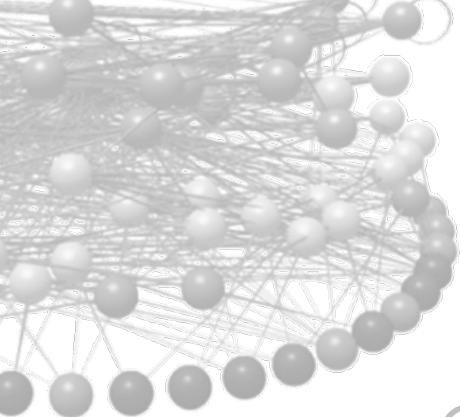


Aproximación por selección entre múltiples hipótesis:



“Por tanto, nuestro problema es evaluar los méritos relativos de las diferentes hipótesis que compiten entre sí, en relación a las observaciones y datos experimentales disponibles....”
(Edwards, 1992).





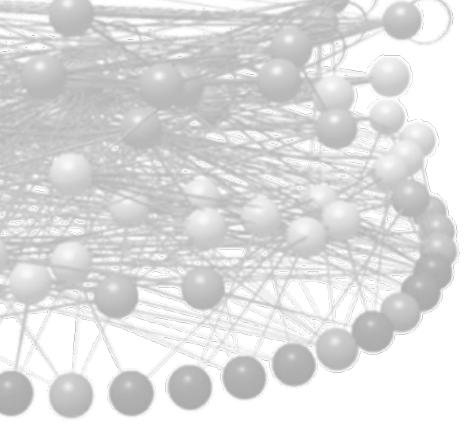
Aproximaciones actuales.

Contraste de hipótesis. Experimentación. (Método *inductivo*) (“Popperiano”).

Comparación entre múltiples hipótesis (“Lakatos”).
Análisis de datos (*Inductivo/ hipotético-deductivo*).

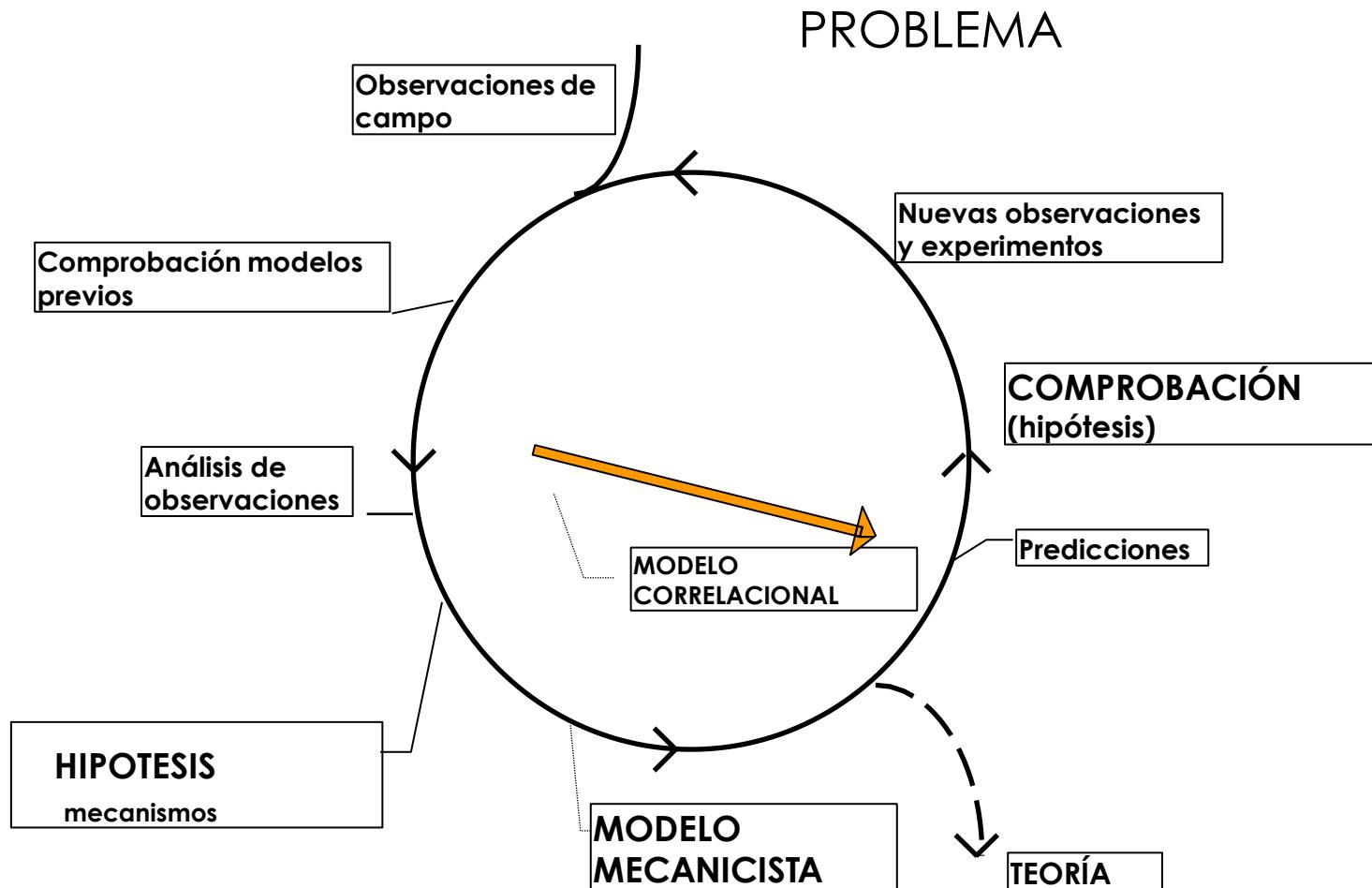
BIG DATA

Método hipotético-deductivo.



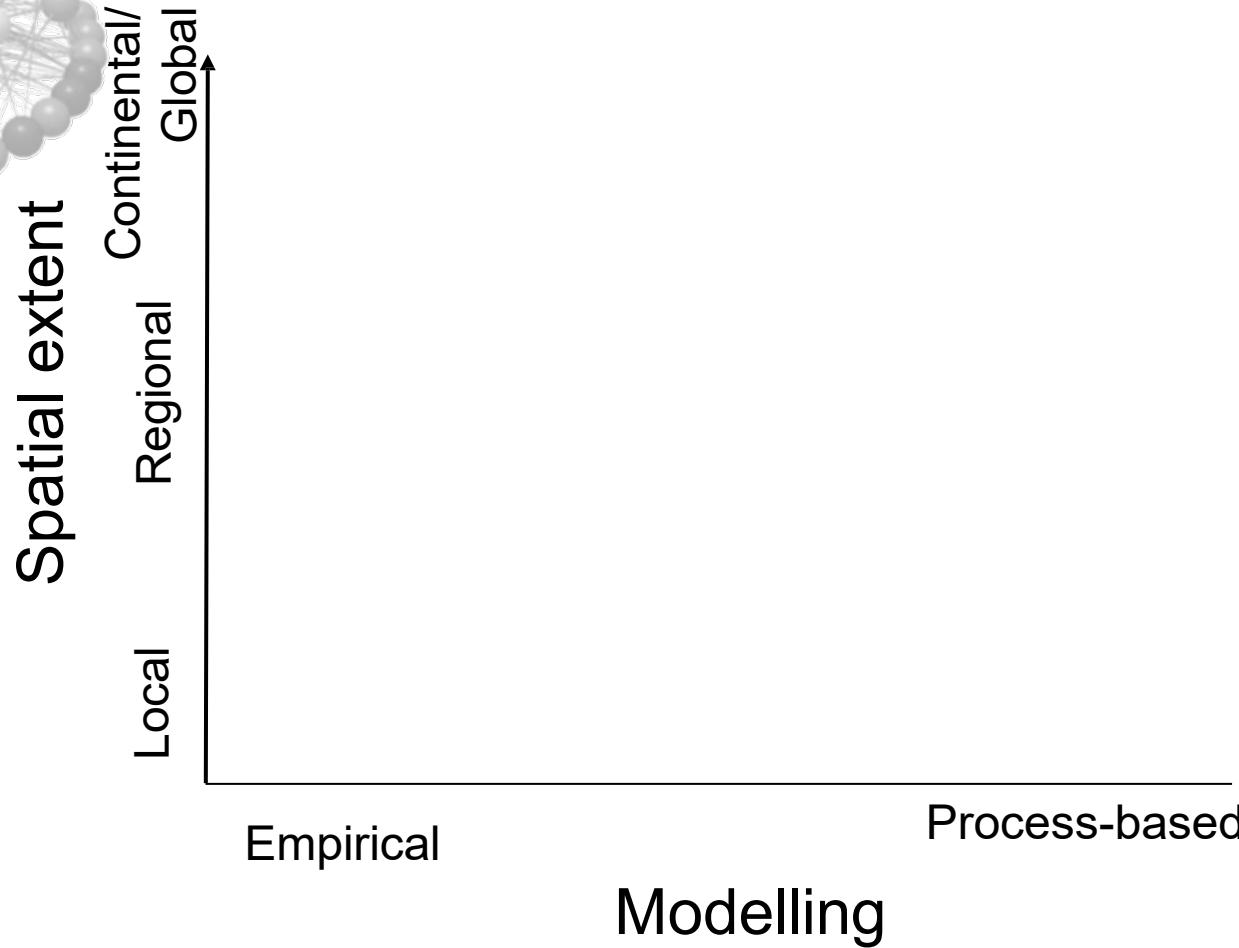
Cambio Global: Uso de la Modelización

(Método Hipotético-deductivo):





Ejemplos concretos de modelos en función de la
escala y la complejidad



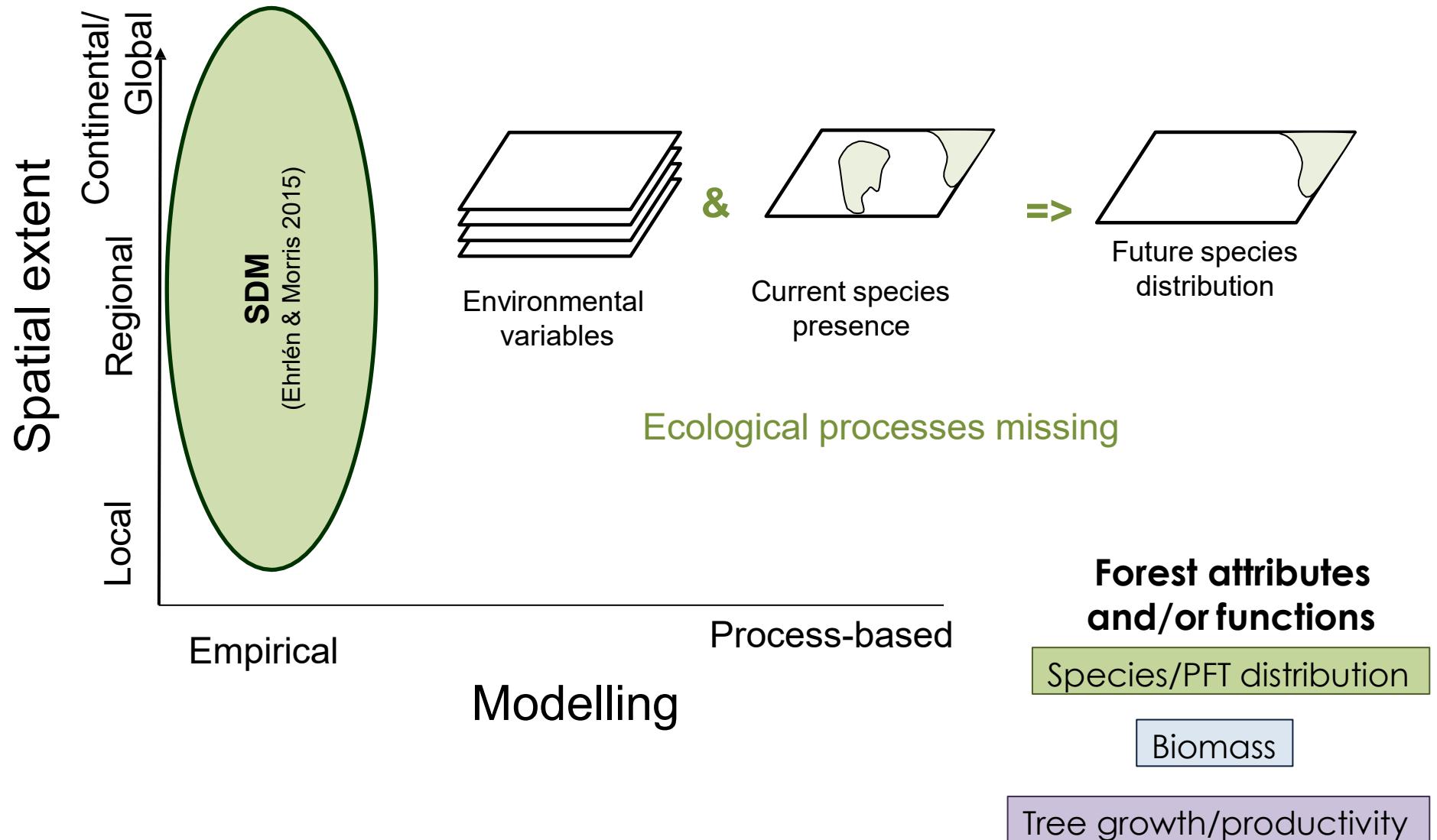
**Forest attributes
and/or functions**

Species/PFT distribution

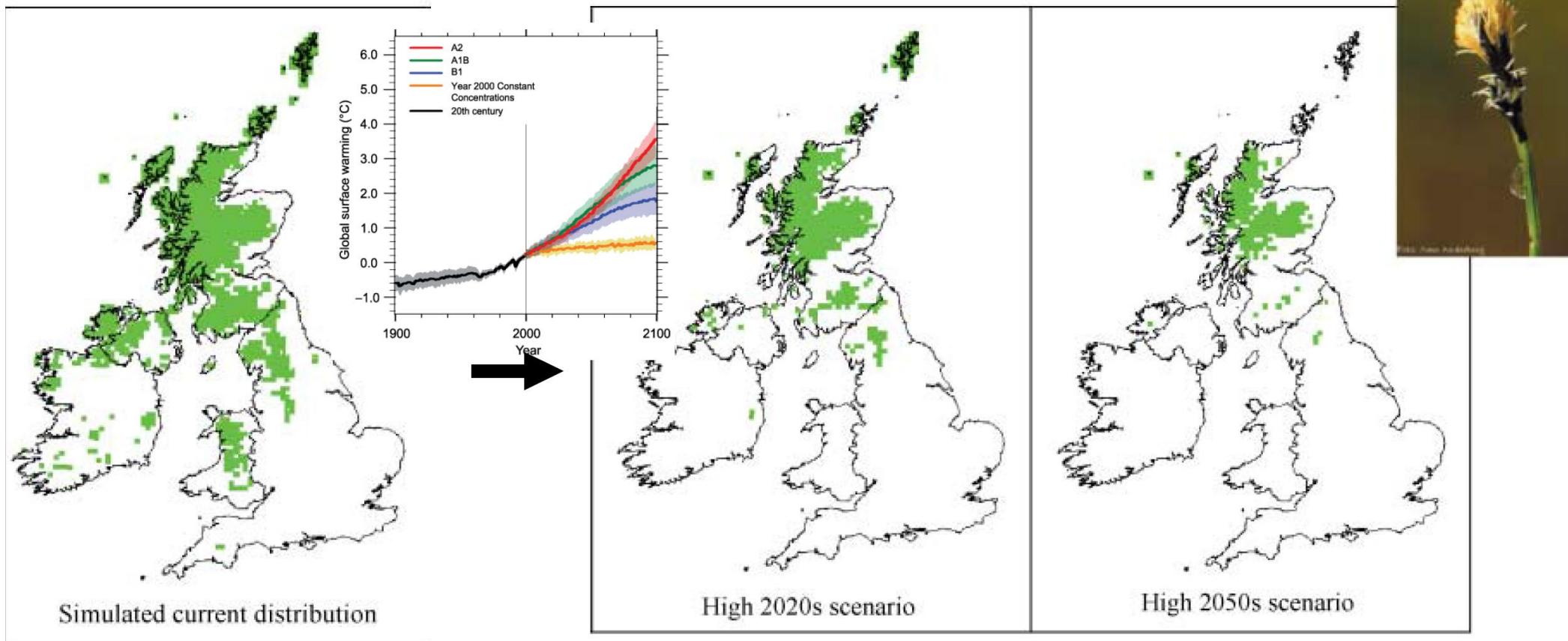
Biomass

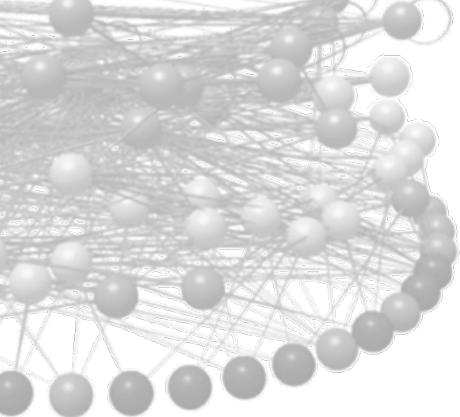
Tree growth/productivity

Modelos de distribución de especies

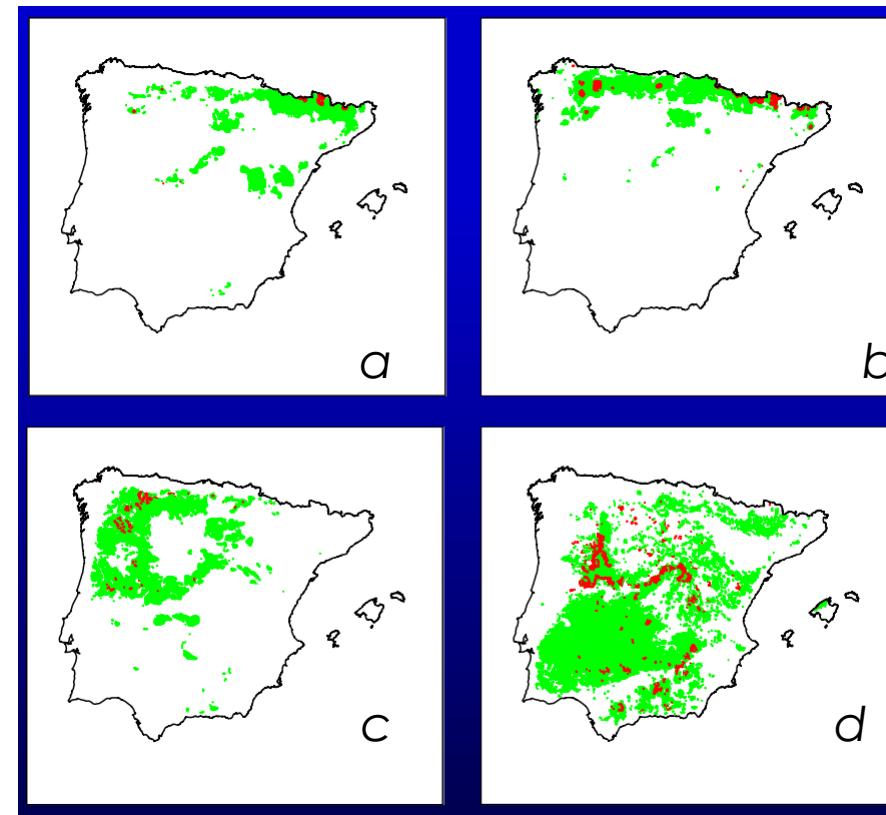


Modelos de distribución de especies



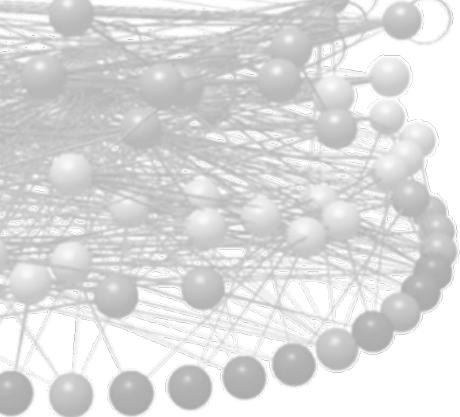


Vulnerability to climate change: potential tree species distributions

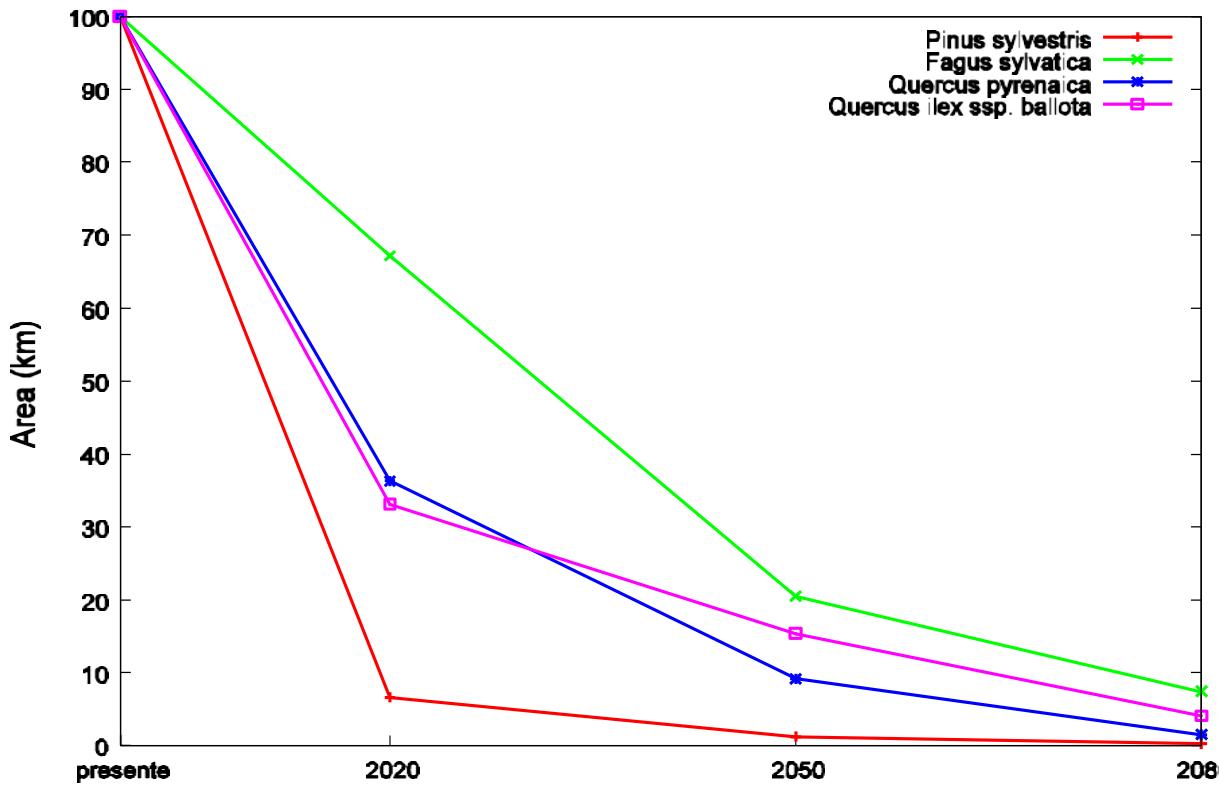


Source Benito Garzón et al. 2009

Changes in potential distribution of tree species; current (green) and 2080 (red) under scenario A2 CSIRO-Mk2 for *Pinus sylvestris* (a), *Fagus sylvatica* (b), *Quercus pyrenaica* (c) and *Quercus ilex* subsp. *ballota* (d)

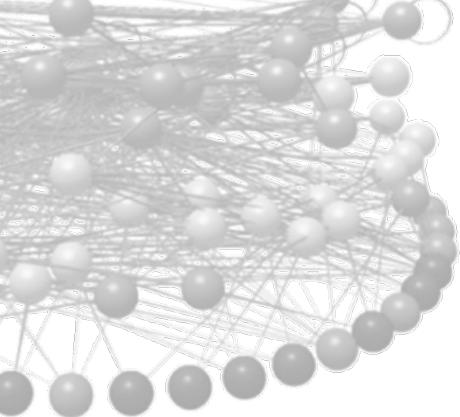


Vulnerability to climate change: potential tree species distributions

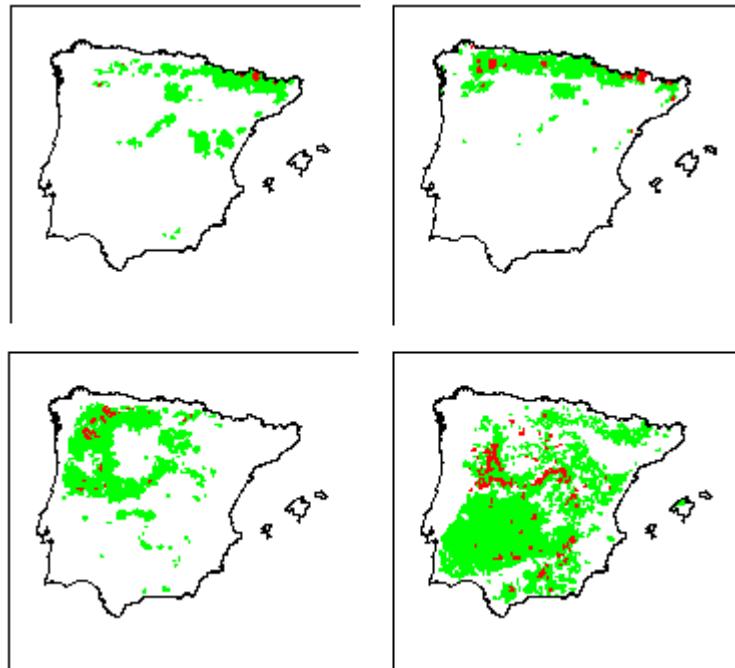


Source Benito Garzón et al. 2009

Changes in potential distribution of tree species. Current = 100%. Potential area decreases according to A2 CSIRO-Mk2 for 2020, 2050 and 2080.



Defining vulnerability:



Genes & organismic

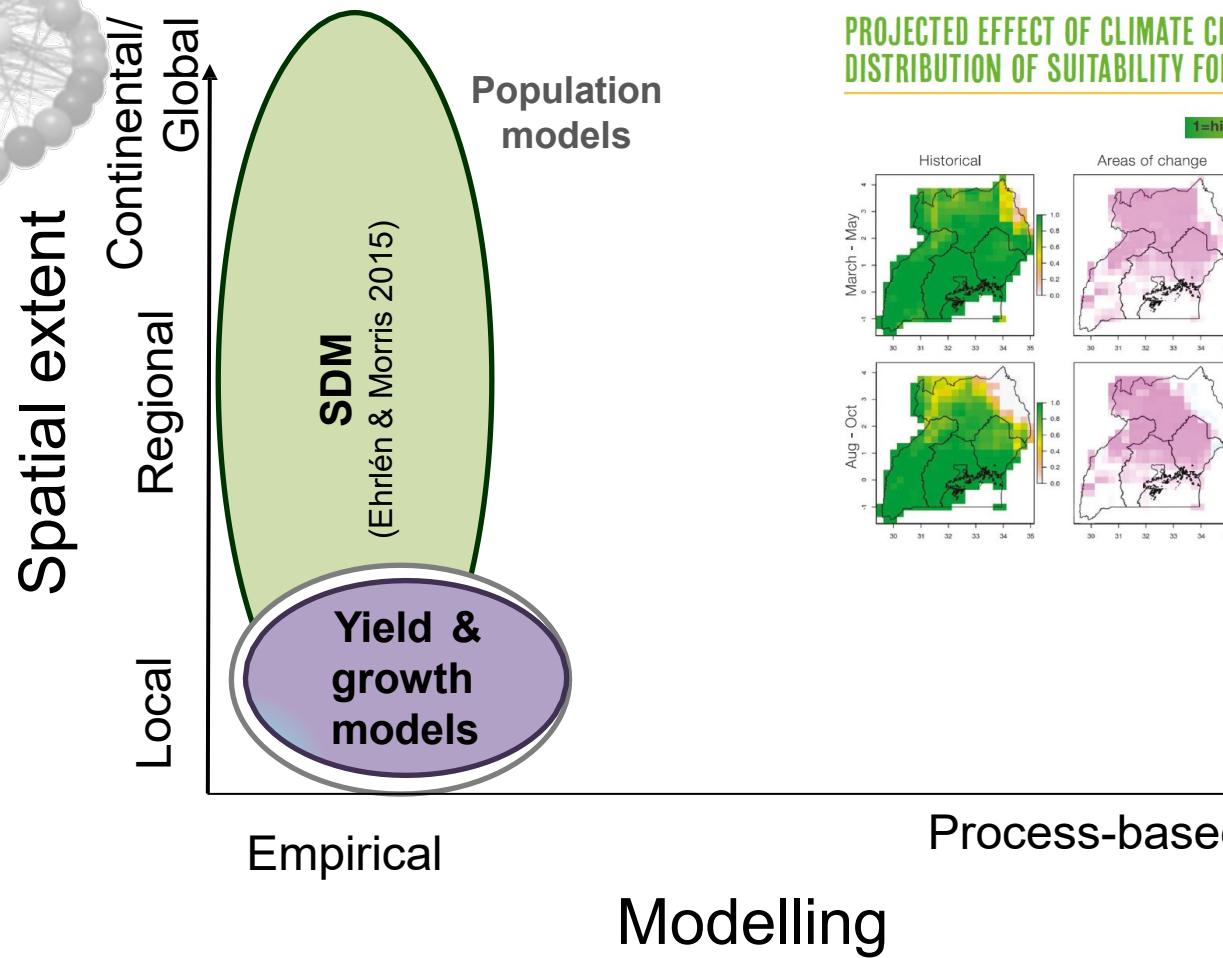
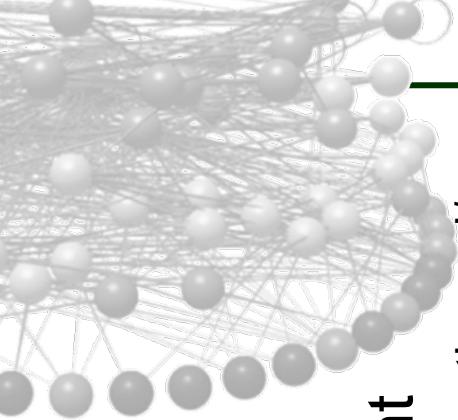
Tree
growth
Epigenesis.
Evolution/Local
adaptation Plasticity

Population and communities

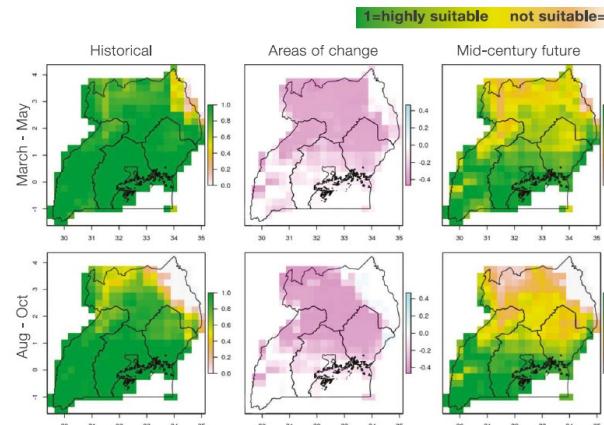
Demographic
compensation Migration
(dispersal) Diversity/Stability

Ecosystem & landscape.

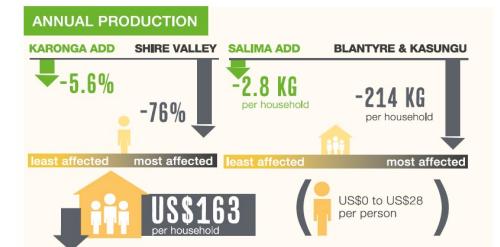
CO₂ fertilization
Land use governance



PROJECTED EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON DISTRIBUTION OF SUITABILITY FOR BEANS IN UGANDA



HOUSEHOLD LEVEL IMPACTS ON PIGEON PEA PRODUCTION



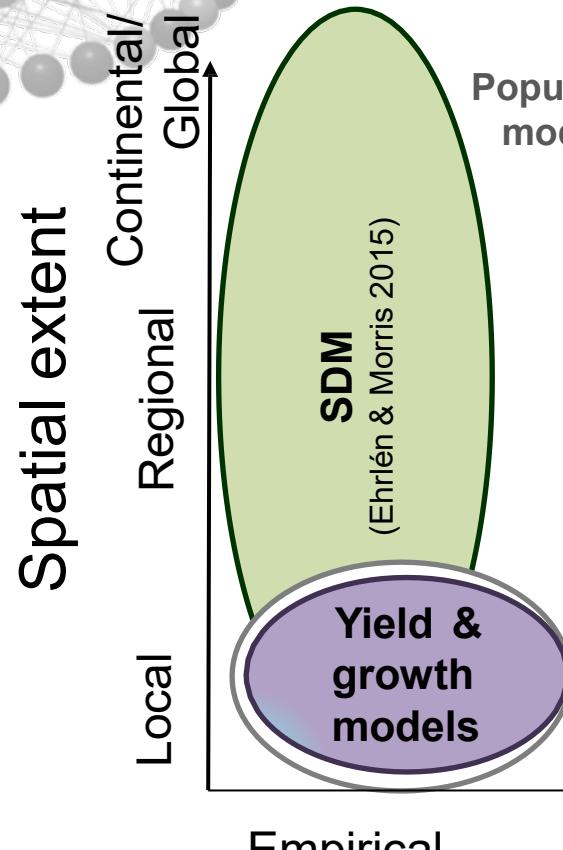
NATIONAL LEVEL IMPACT



Species/PFT distribution

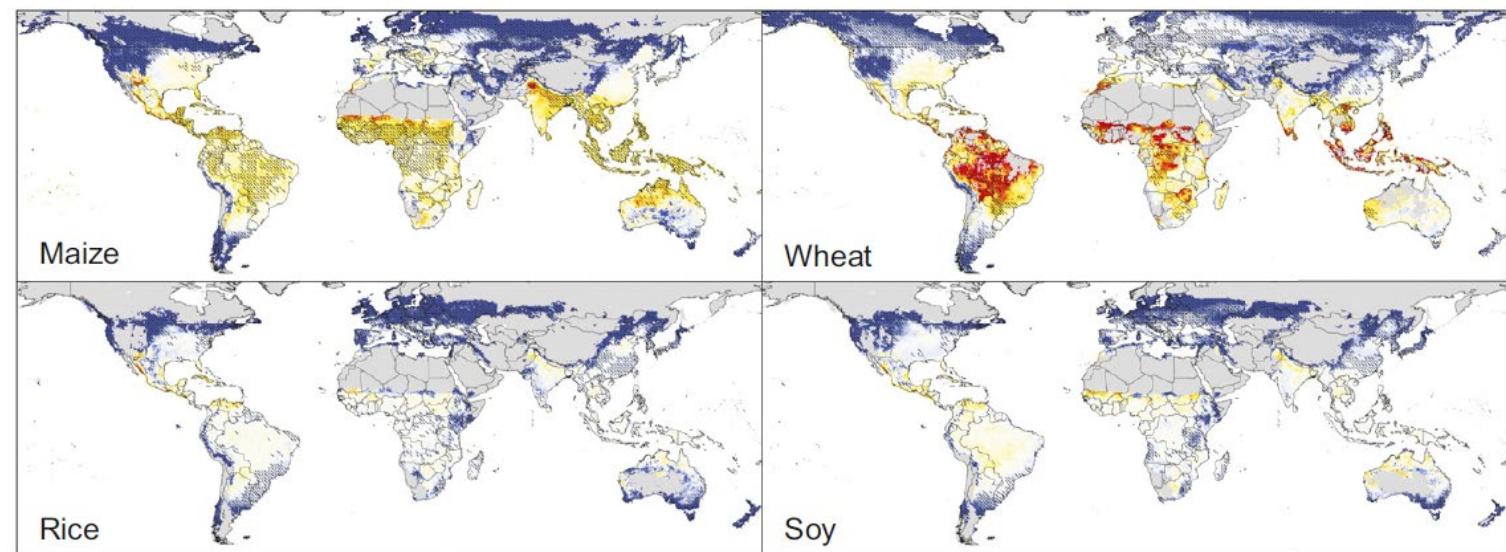
Biomass

Tree growth/productivity



Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison

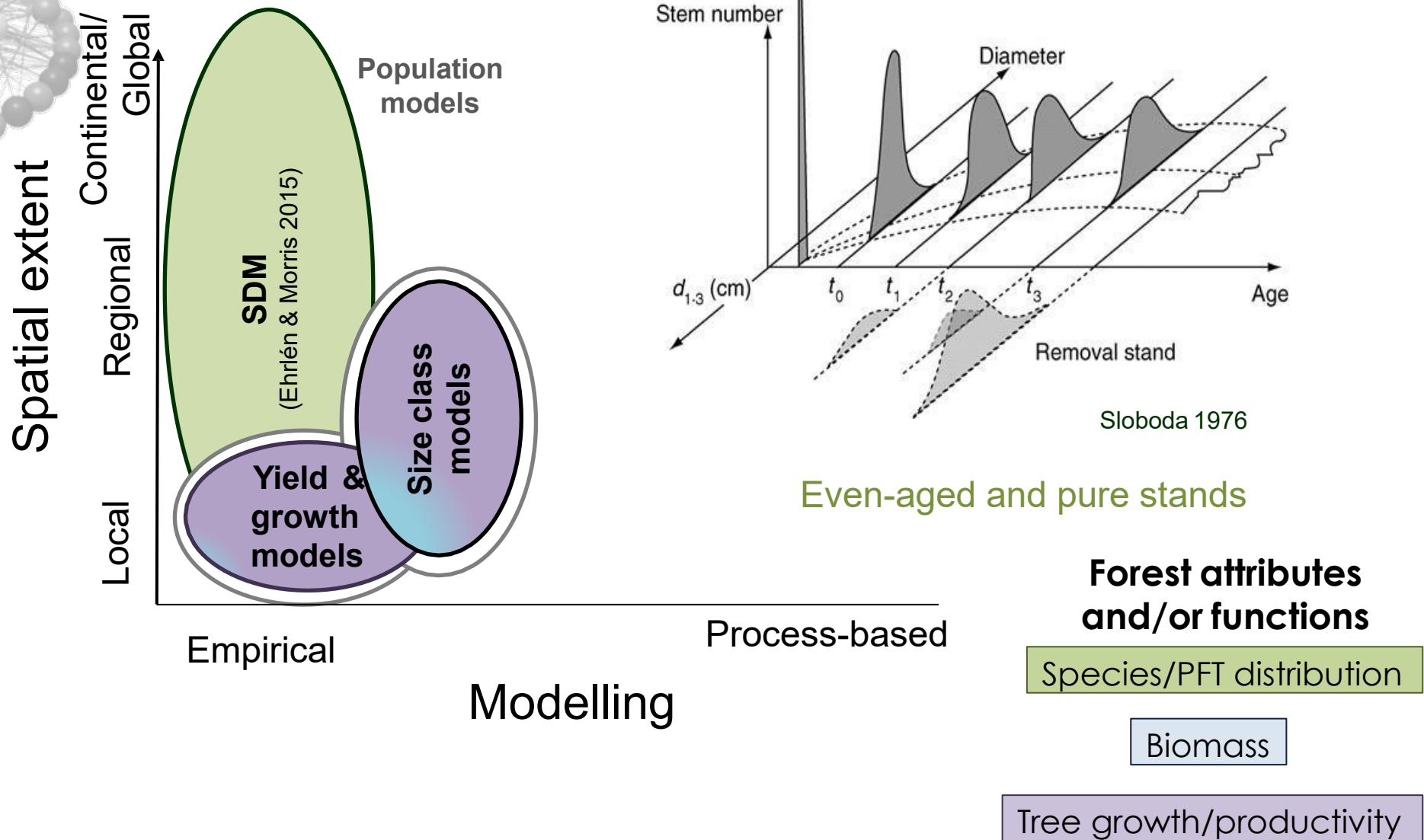
Cynthia Rosenzweig^{a,b,1}, Joshua Elliott^{b,c}, Delphine Deryng^d, Alex C. Ruane^{a,b}, Christoph Müller^e, Almut Arneth^f, Kenneth J. Boote^g, Christian Folberth^h, Michael Glotterⁱ, Nikolay Khabarov^j, Kathleen Neumann^{k,l}, Franziska Piontek^e, Thomas A. M. Pugh^f, Erwin Schmid^m, Elke Stehfest^k, Hong Yang^h, and James W. Jones^g

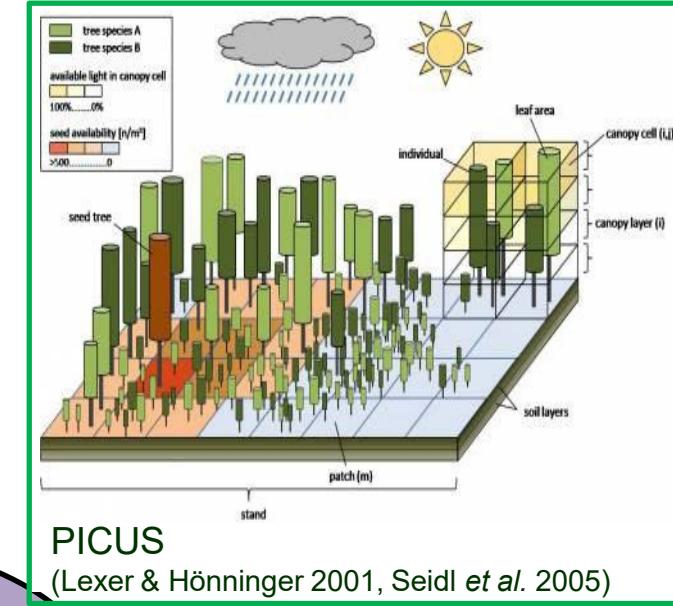
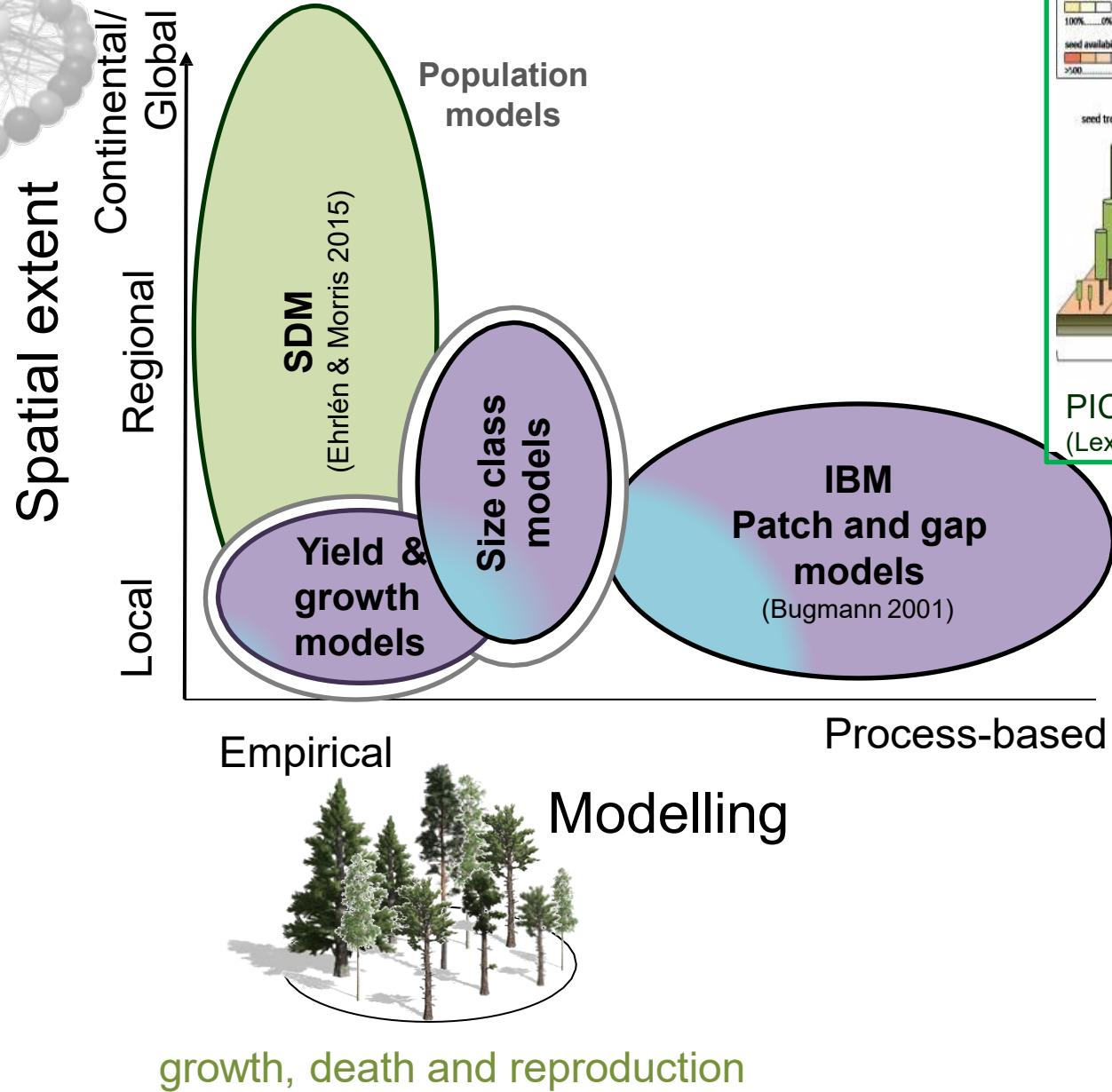
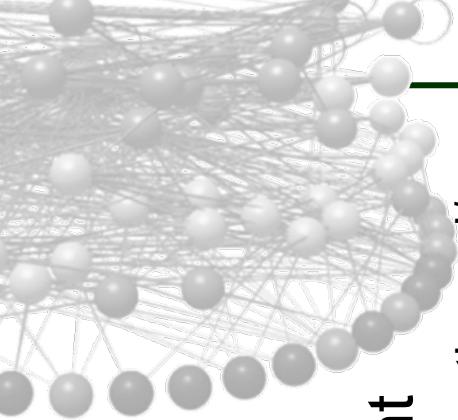


Species/PFT distribution

Biomass

Tree growth/productivity



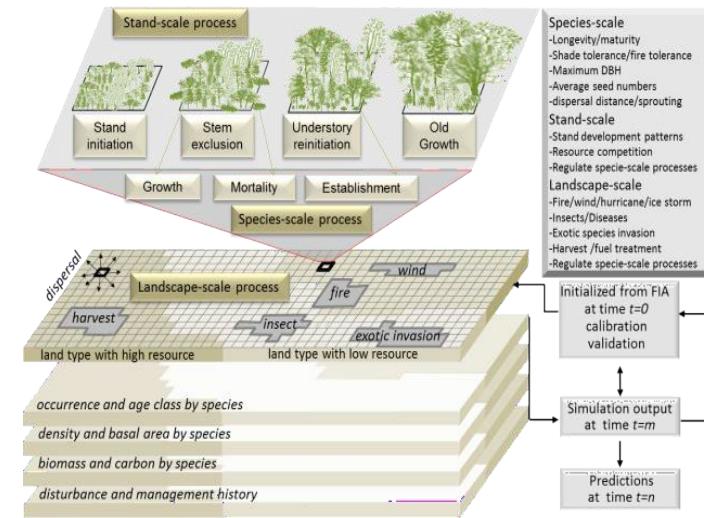
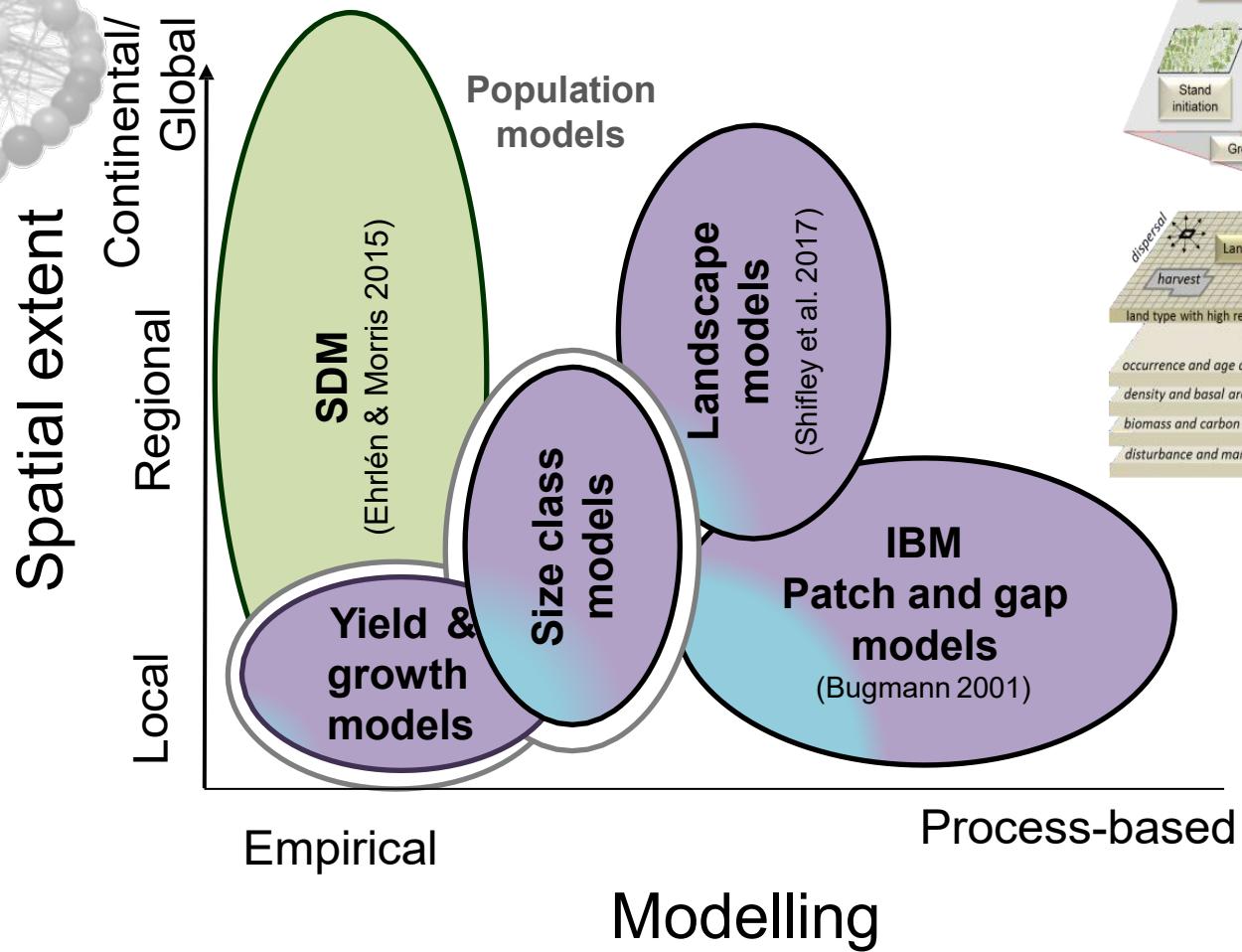
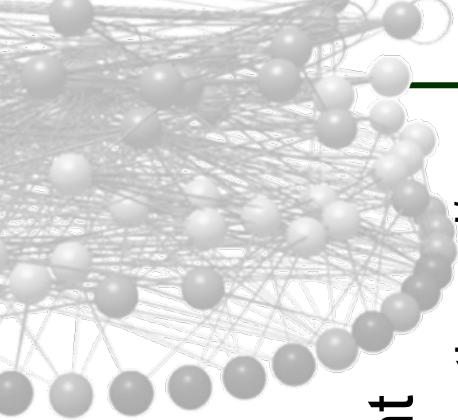


Forest attributes and/or functions

Species/PFT distribution

Biomass

Tree growth/productivity

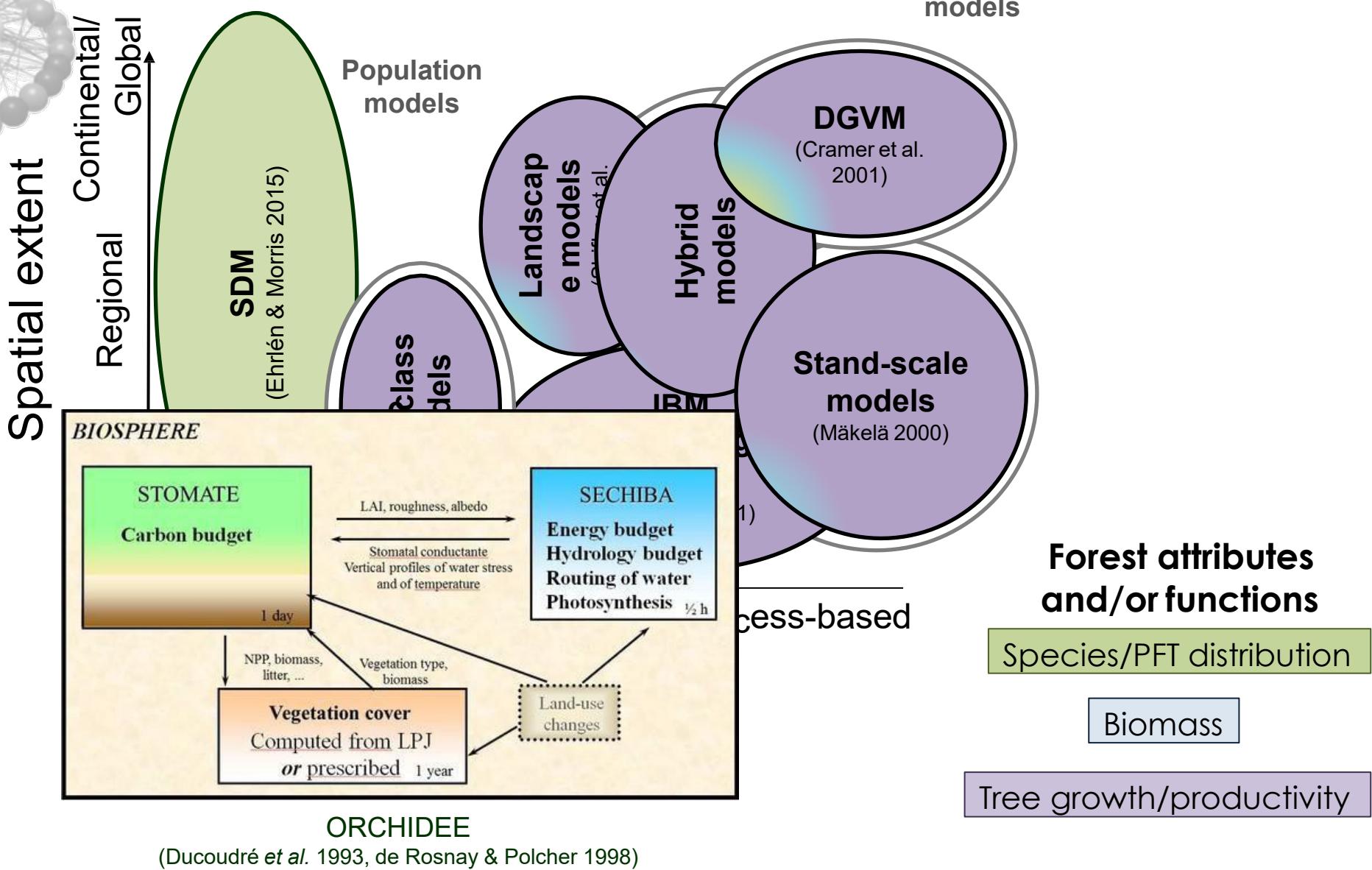


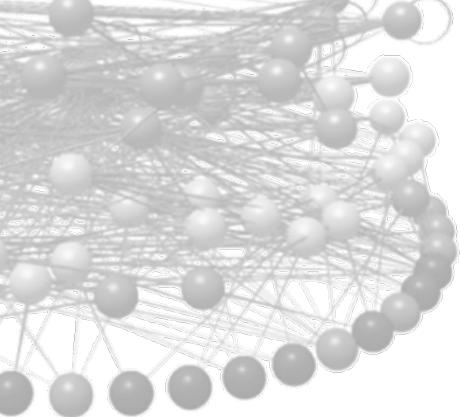
Forest attributes and/or functions

Species/PFT distribution

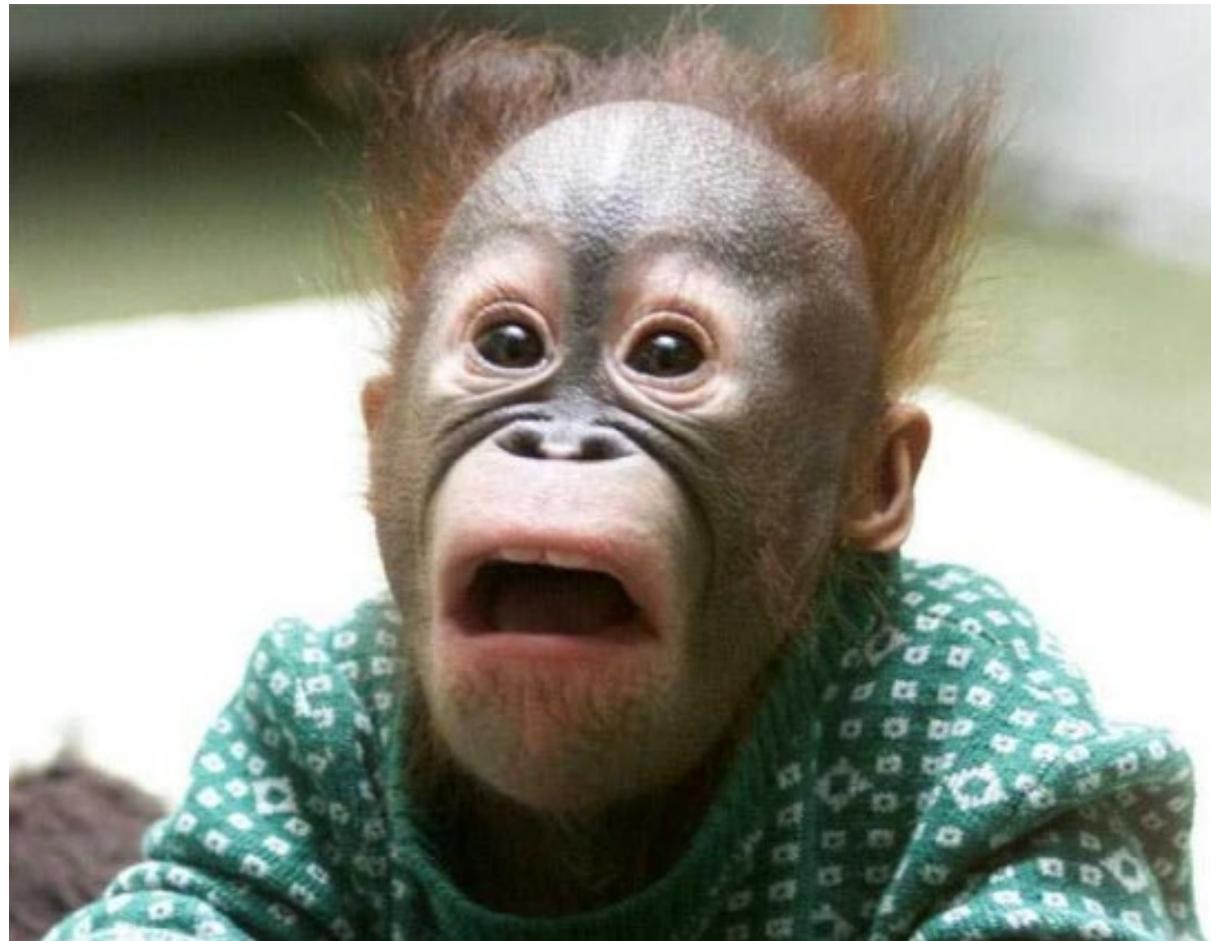
Biomass

Tree growth/productivity



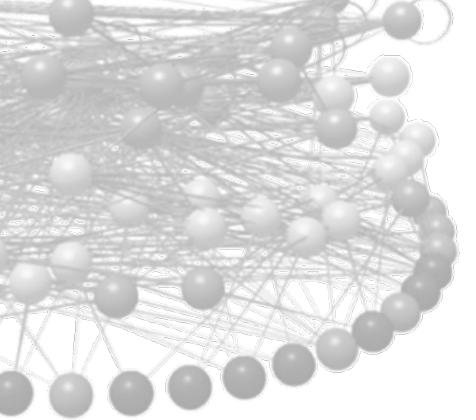


PREGUNTAS?





Seminario de modelización: Parámetros, condiciones iniciales, dinámicas temporales



Modelos de Cambio Global

Durante los próximos 20 min juega al menos a 5 juegos de los que se puede acceder a partir de los siguientes enlaces:

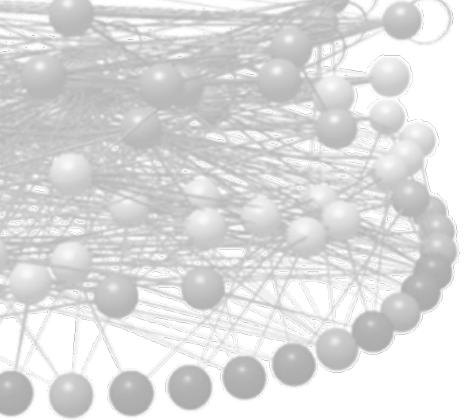
<https://scied.ucar.edu/interactive>

(IPCC Scenarios, Climate Sensitivity, Regional Climate, Arctic Sea Ice, family energy choices, Simple climate model, Tree rings)

<https://climatekids.nasa.gov/coral-bleaching/>

https://pbskids.org/plumlanding/games/ecosystem/feed_the_dingo.html

<https://www.sciencegamecenter.org/games?subject=ecology>



Modelos de Cambio Global

Para cada uno de los juegos, rellena una ficha respondiendo a las siguientes preguntas:

Nombre del juego, síntesis de la temática y resultados principales

¿Qué parámetro/s puedes modificar?

¿Qué variable se ve afectada (variable respuesta)?

¿Dirías que los cambios en los parámetros se reflejan en respuestas lineales?

¿Existe algún efecto de la variable tiempo? ¿Cuál?

¿Existe algún efecto de las condiciones iniciales? ¿Cuál?

¿Qué conclusiones destacarías después de jugar a este juego?