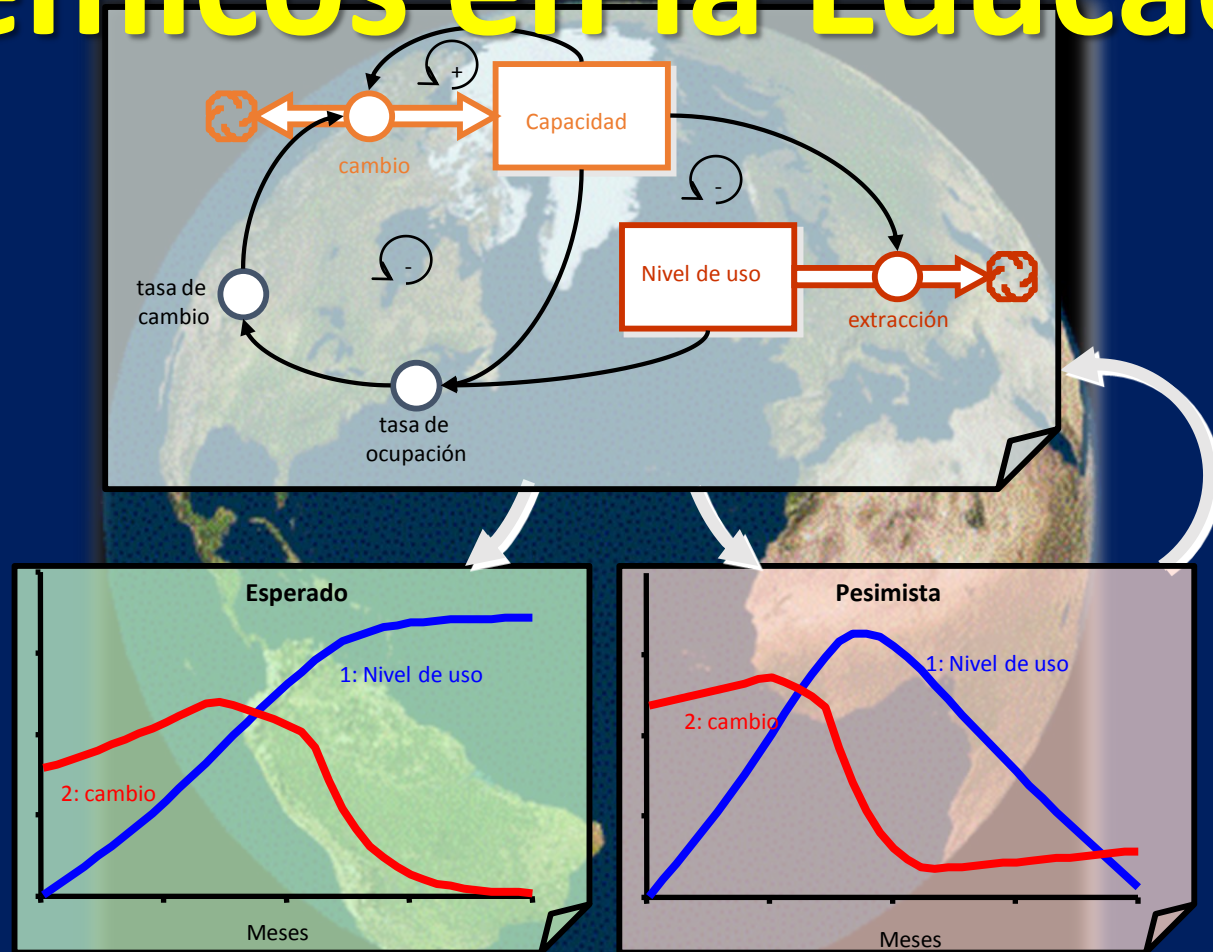


Pensamiento y Modelado Sistémicos en la Educación



Agenda

Contexto de “educación”:
futuro, competencias y OFT

Dinámica de sistemas:

- propósito,
- metodología,
- proceso,
- aprendizajes

Impactos (Beneficios)

Desarrollo (Costos)

I

Educación

Niños

Niñas

Adultos

Sociedad

2017

2032

Competencias

```
graph TD; A[Competencias] --- B[Conocimientos]; A --- C[Habilidades]; A --- D[Disposiciones]
```

Conocimientos

Habilidades

Disposiciones

OFT

Dimensión cognitiva-intelectual

- Desplegar las habilidades de investigación que involucran
 - **identificar**, **procesar** y **sintetizar** información de diversas fuentes;
 - **organizar** información **relevante** acerca de un tópico o problema;
 - **revisar planteamientos** a la luz de nuevas **evidencias** y **perspectivas**; y
 - **suspender los juicios** en ausencia de información suficiente.
- Analizar, interpretar y organizar información con la finalidad de
 - **establecer relaciones** y
 - comprender procesos y fenómenos **complejos**,
 - reconociendo su **multi-dimensionalidad**, **multi-causalidad** y carácter **sistémico**.
- Adaptarse a los cambios en el conocimiento y manejar la **incertidumbre**.
- Exponer **ideas** [...] y experiencias de manera **coherente** y **fundamentada**.
- **Resolver problemas** de manera **reflexiva** [...], utilizando **modelos** y rutinas [...].
- Diseñar, planificar y realizar proyectos.
- Pensar en forma **libre**, **reflexiva** y **metódica** para evaluar **críticamente** situaciones [...]

OFT

Tecnología de Información y Comunicación

Utilizar aplicaciones para

- presentar, representar, analizar y **modelar** información y situaciones,
- comunicar ideas y **argumentos**,
- **comprender y resolver problemas** de manera eficiente y efectiva [...].

II

Pensamiento y Modelamiento Sistémicos

Historia

1950

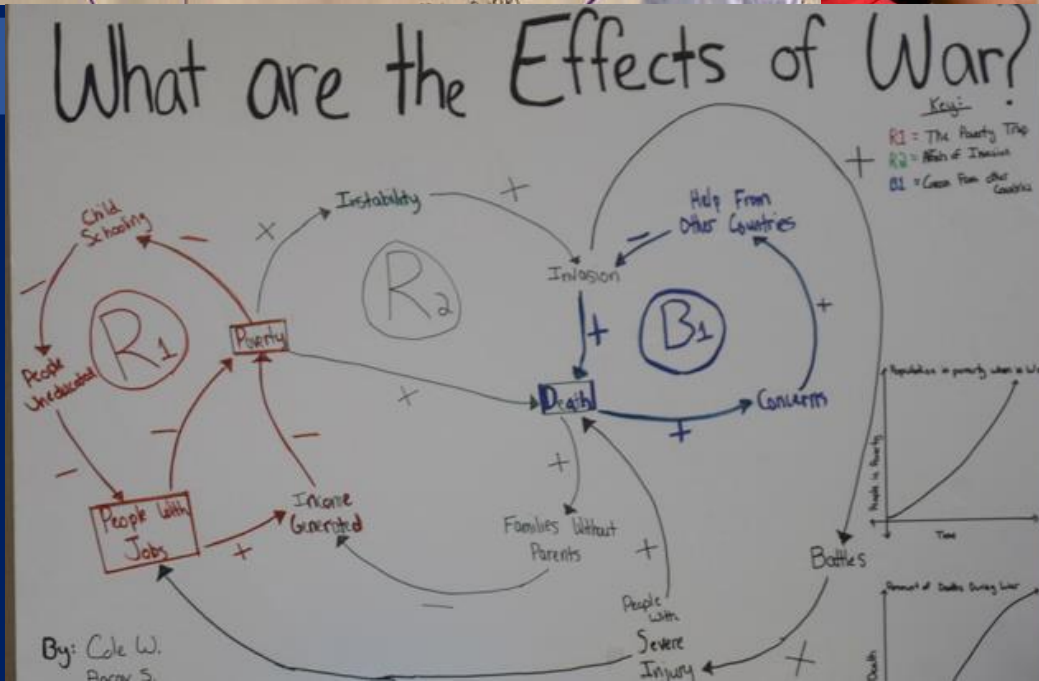
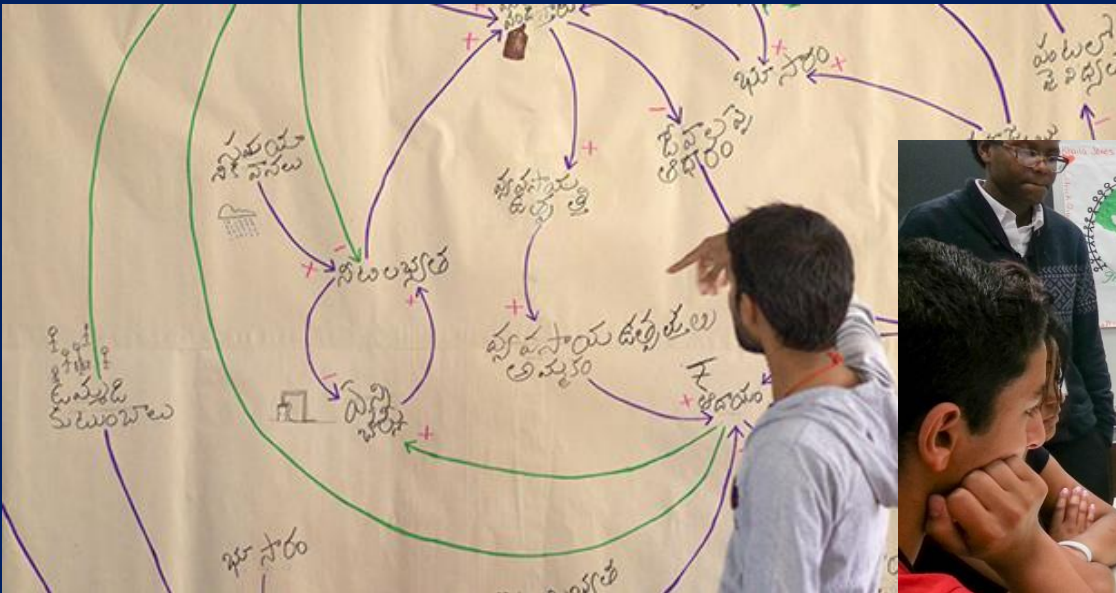
Jay
Forrester
inventa el
computador



80

Forrester
se va a
K-12

Historia en K-12



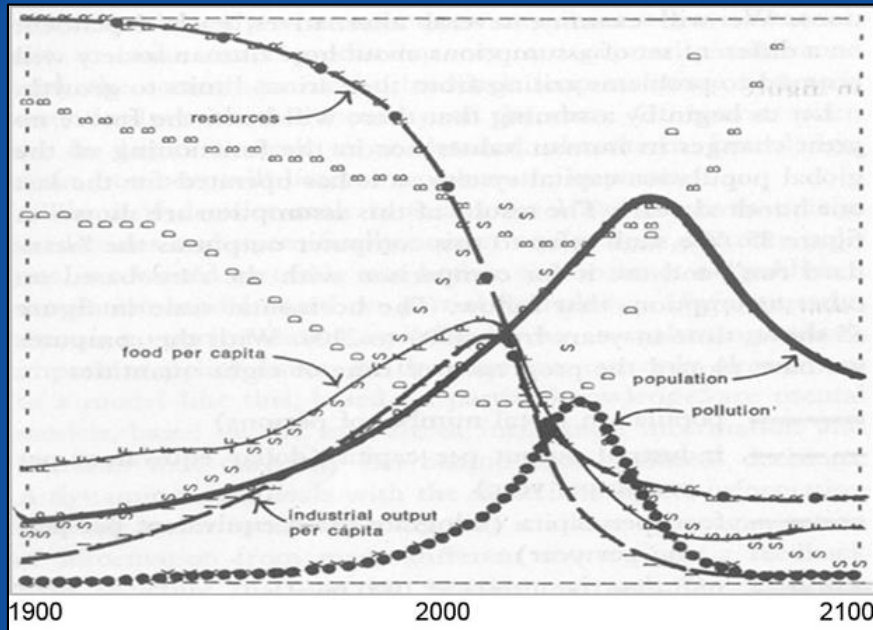
Propósito

A través de un modelo de simulación apropiado,

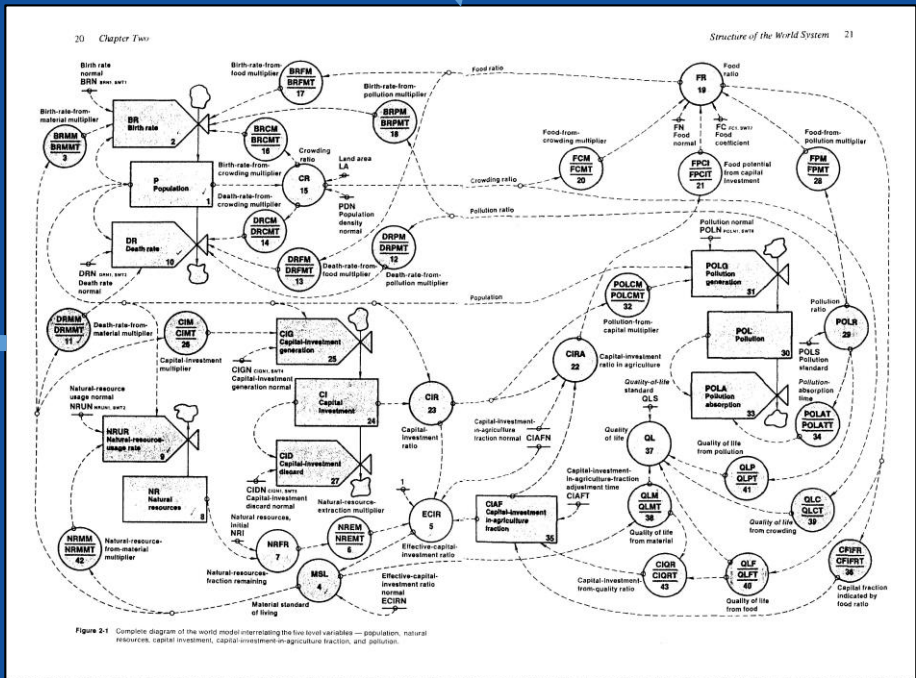
Usted puede:

- **conocer la estructura que causa el problema,**
- **saber como el problema es generado,**
- **haber descubierto una política de alto impacto para cambiar la conducta del sistema**
- **saber porque otras políticas (de bajo impacto) fallarán,**
- **argumentar en favor de mejores políticas.**

Metodología



“Lo que no logro construir, no lo comprendo.”



Metodología

Supuestos acerca de

Sistemas

Ser humano

Comprender estructura → acción efectiva

Enfoque endógeno

Causalidad atribuida

Sesgos

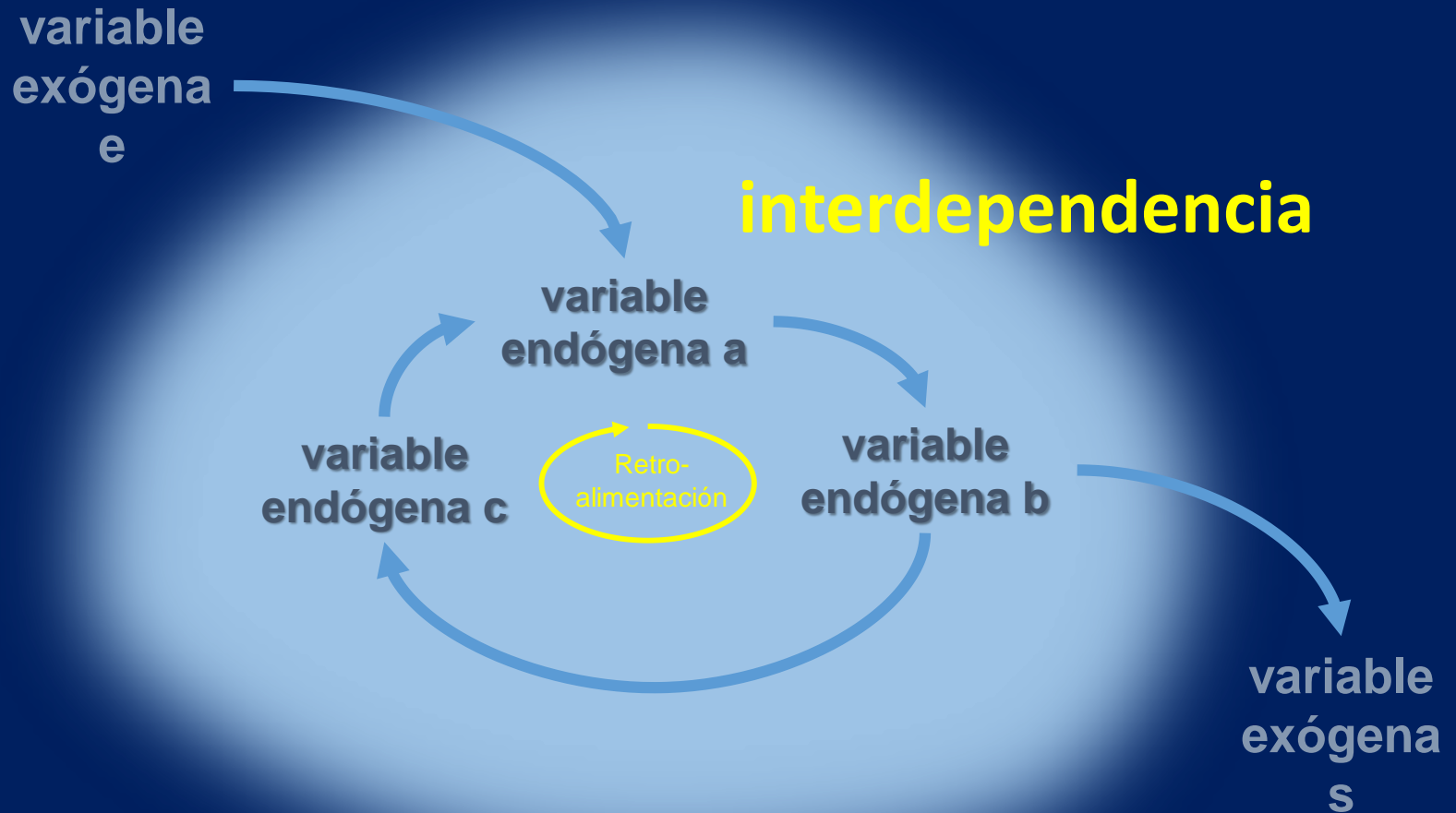
Retroalimentación ← Falta de percibir bucles

Acumulación ← Error de acumulación

Agregados

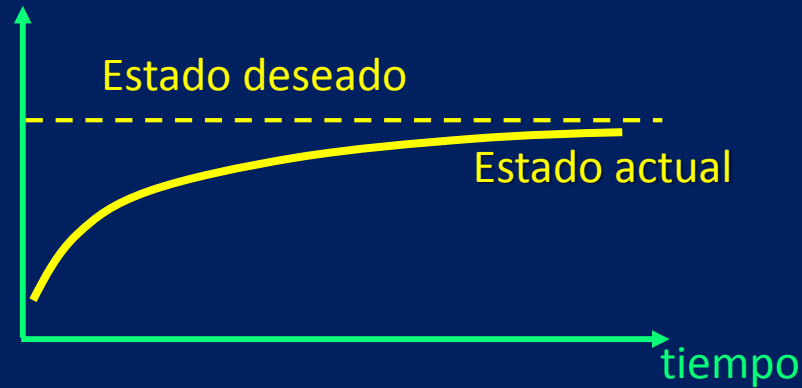
Contrastar inferencias: simular

Enfoque endógeno



Retroalimentación (cierre operacional)

Comportamiento

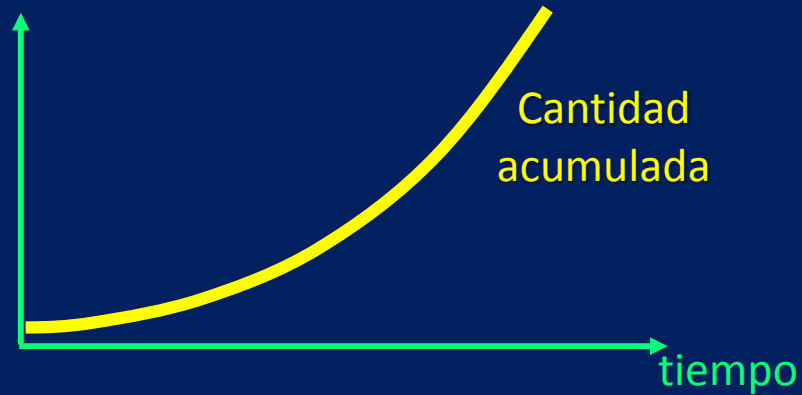


Estructura

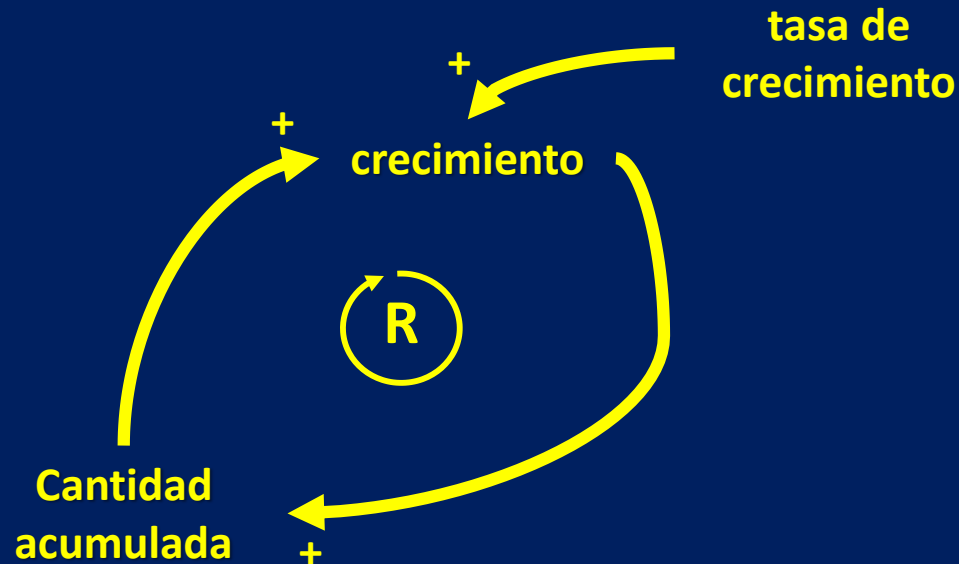


Retroalimentación (cierre operacional)

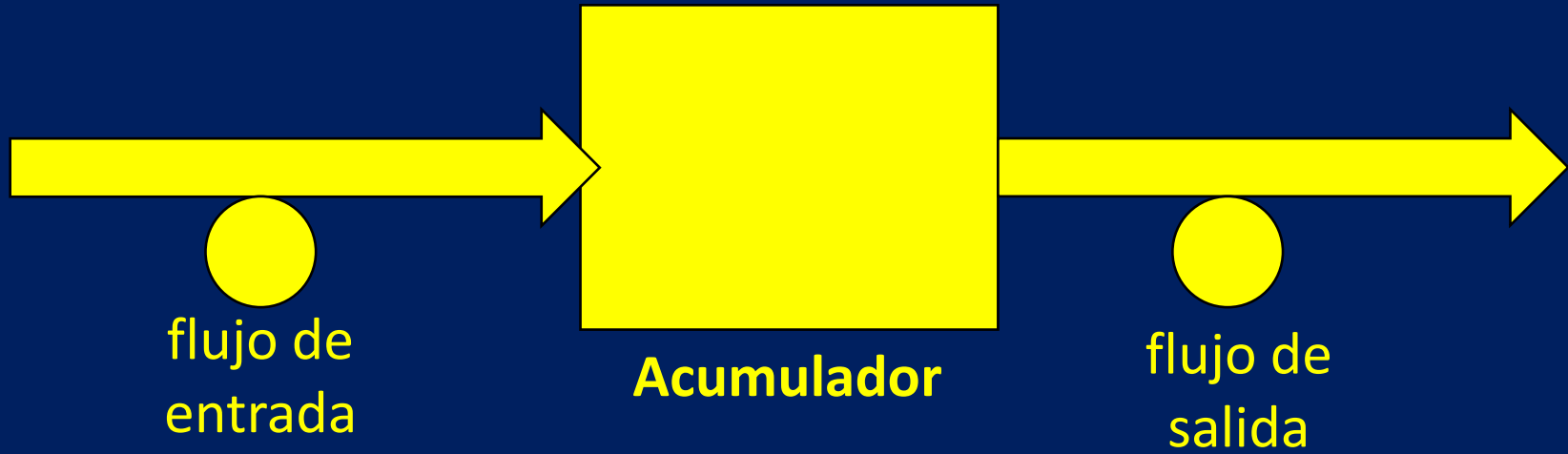
Comportamiento



Estructura



Acumulación (stock accumulation)

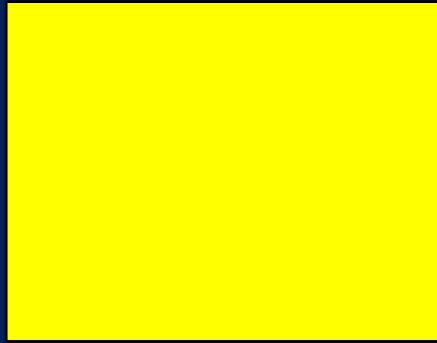


En cada momento, el Acumulador contiene todo lo que jamás ha entrado y todavía no ha salido.

MAT:

- el Acumulador es el \int de los flujos;
- los flujos son derivadas parciales según tiempo

Agragación



Acumulador

Las unidades individuales en un acumulador son iguales.

Abstracción

Grado de detalle

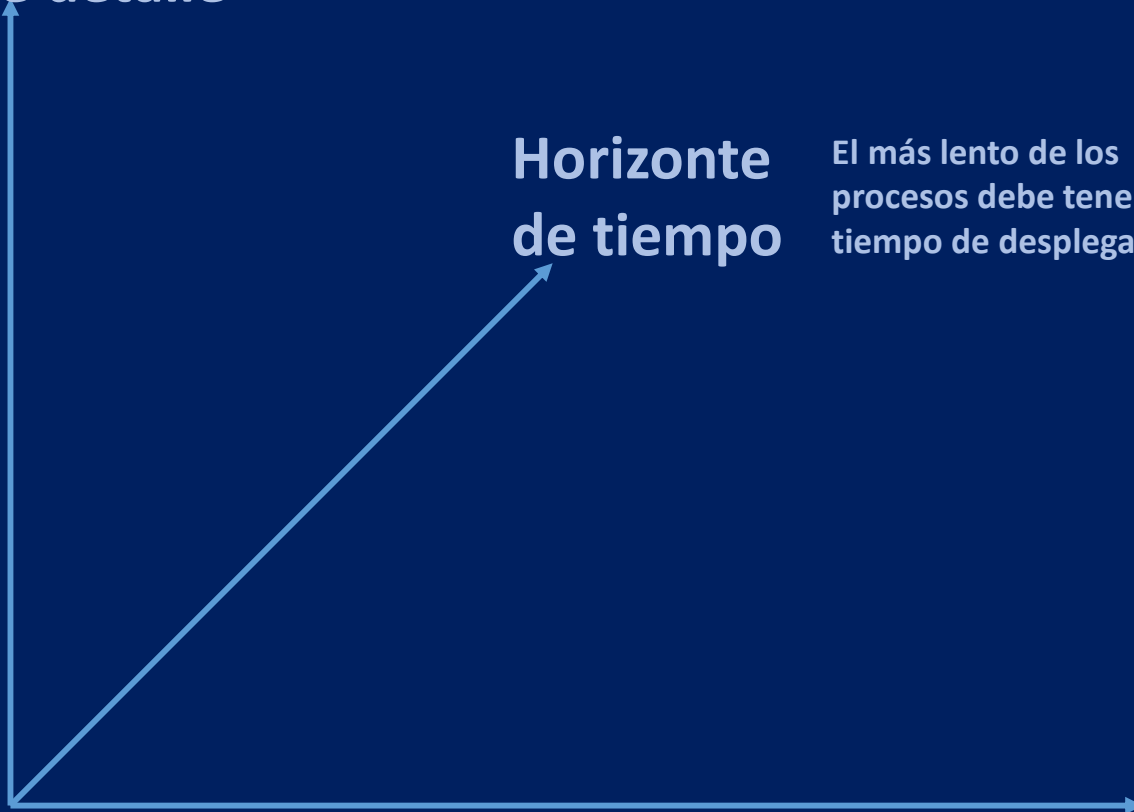
Lo justo necesario

Horizonte
de tiempo

El más lento de los
procesos debe tener el
tiempo de desplegarse.

Frontera conceptual

Enfoque endógeno



Proceso

Habilidades y disposiciones

Fuentes de información sobre “algo”

Identificar variables

Medir

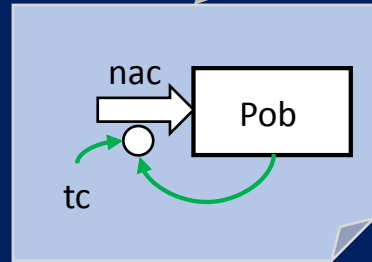
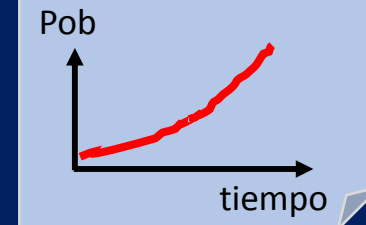
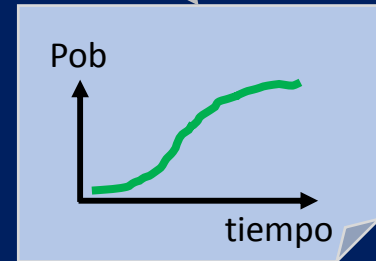
Proponer vínculos hipotéticos

Comparar

Simular

Formular ecuaciones

$$\begin{aligned} \text{Pob}_{t+dt} &= \text{Pob}_t + \text{nac}_{t,t+dt} \\ \text{nac}_{t,t+dt} &= \text{Pob}_t * \text{tc} \end{aligned}$$



Fuentes de información sobre “algo”

Identificar variables

Medir

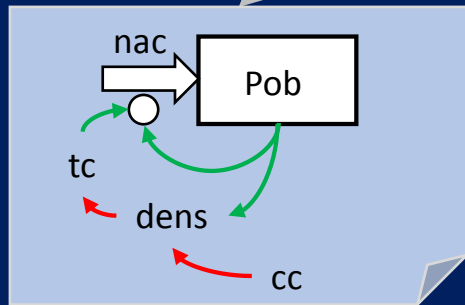
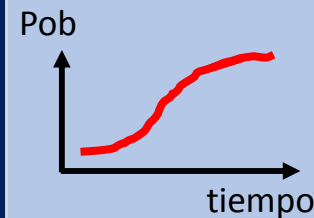
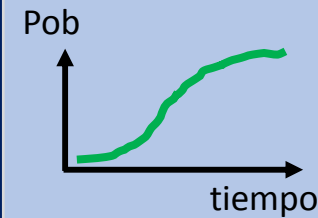
Proponer vínculos hipotéticos

Comparar

Simular

Formular ecuaciones

$$\begin{aligned} \text{Pob}_{t+dt} &= \text{Pob}_t + \text{nac}_{t,t+dt} \\ \text{nac}_{t,t+dt} &= \text{Pob}_t * \text{tc} \end{aligned}$$



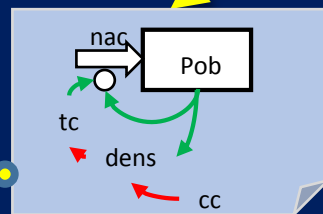
Fuentes de información sobre “algo”

Identificar variables

Medir



Proponer vínculos hipotéticos

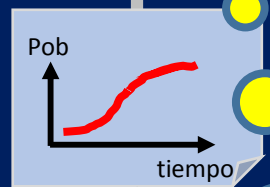
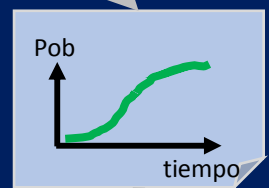


Formular ecuaciones

$$\begin{aligned} P_{t+dt} &= P_{t,nac} + P_{t,cc} \\ P_{t,nac} &= P_{t,nac} * tc \\ P_{t,cc} &= P_{t,cc} * tc \end{aligned}$$

Simular

Comparar



Yo sé que lo sé

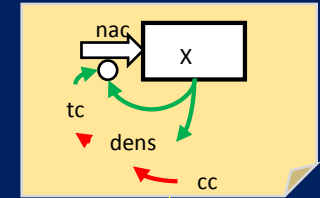
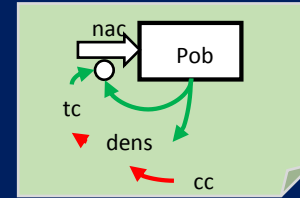
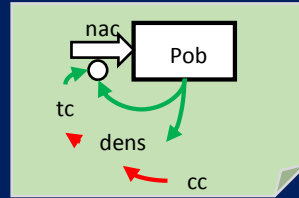
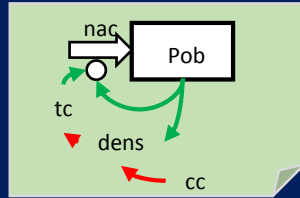
Modelo mental

Enfin lo logré

Sistemas biológicos particulares

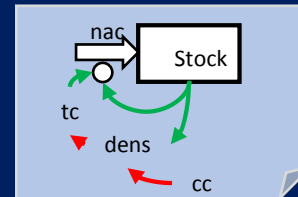
Sistemas de otro sector

Estructura
superficial



analogía

Estructura
profunda



Sistema genérico

transferencia

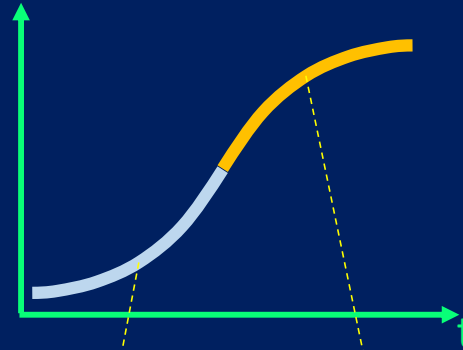
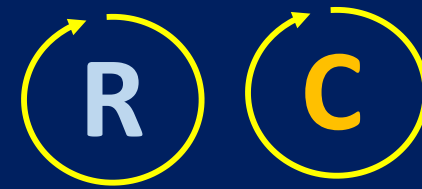
¿Cómo se aprende?

1. Explorar modelos que ya existen
2. Copiar modelos
3. Añadir estructura
4. Corregir o mejorar la estructura
5. Modelar en base de una descripción prefabricada
6. Modelar problemas con un comportamiento interesante y una estructura bien conocida
7. Modelar problemas de libre elección

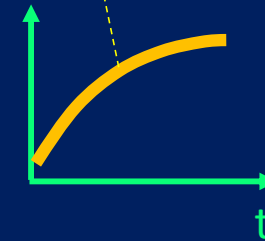
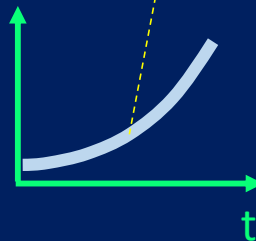
Conocimientos

Com-plejidad

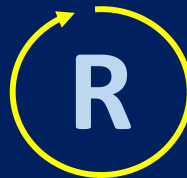
Comportamientos
compuestos



Comportamientos
elementales



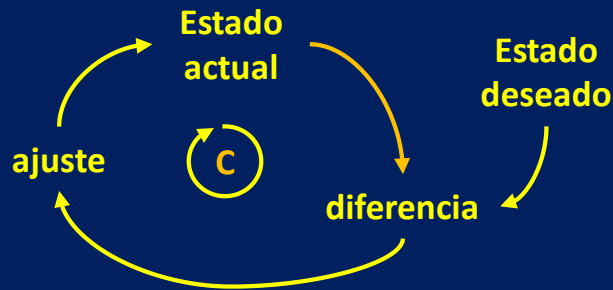
Estructuras
elementales



Del evento a la familia de modelos

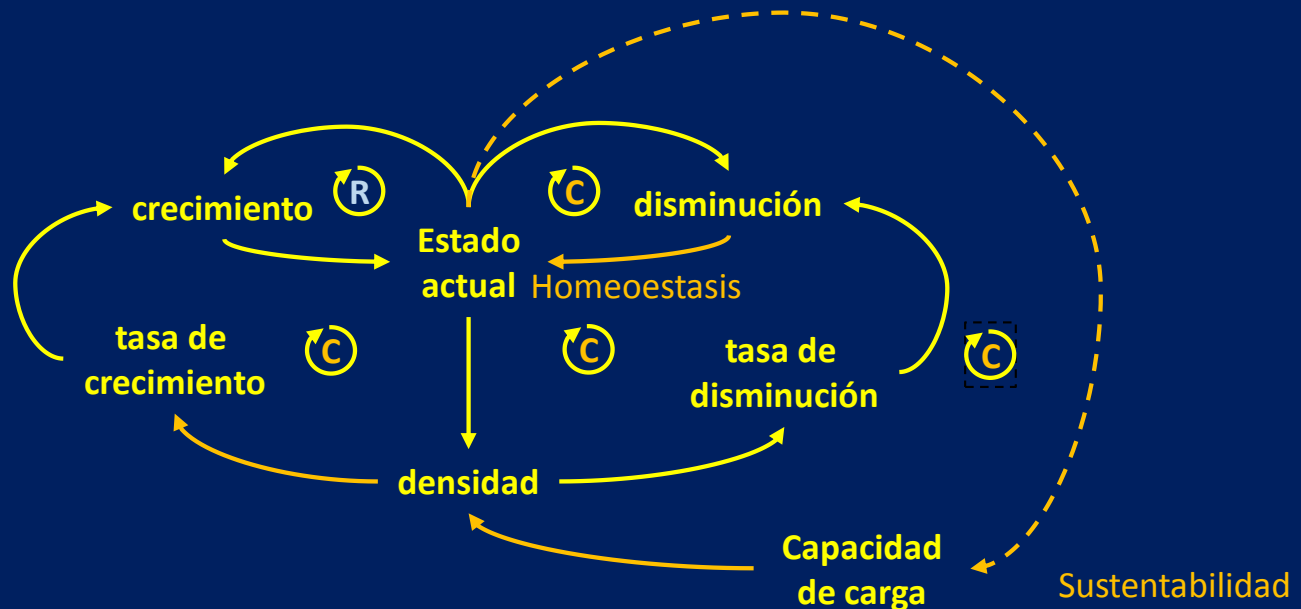
física **biología** economía sociedad

Homeostasis



Crecimiento

“nada crece por siempre”



III

Impactos (Beneficios)

OFT

X

Biología

X

2 Medio

3 Medio

Z

Z



3M S. 1 AE 1: Homeostasis

AE 01

Explicar cómo la **estabilidad del medio interno** de los organismos es facilitada por el funcionamiento de **circuitos de retroalimentación**.

- Identifican que el organismo tiene **variables**, como la temperatura, [...], que se mantienen estables [...].
- Infieren que la homeostasis es un **estado estacionario dinámico**.
- **Interpretan modelos** del funcionamiento de **circuitos de retroalimentación positivos y negativos**, estableciendo relaciones entre los parámetros representados.
- [...]

2M, S. 2, AE 1:

Dinámica de poblaciones

Describir las características propias de una población y los factores que la regulan:

- › **densidad y abundancia poblacional**
- › **crecimiento exponencial y sigmoideo**
- › **tasas de crecimiento**
- [...]

Identifican la diferencia entre los conceptos de abundancia poblacional y **densidad poblacional**.

[...]

› **Calculan densidades poblacionales** [...]

› Caracterizan distintos tipos de **crecimiento** poblacional: **exponencial** y **sigmoideo**, a partir de ejemplos y gráficos.

› Calculan **tasas de crecimiento** poblacional, interpretan los resultados y **formulan explicaciones**.

[...]

› Ilustran con ejemplos cómo el crecimiento poblacional se ve afectado por la **capacidad de carga** del ambiente.

[...]

(¡Comportamiento compuesto!)

2M, S. 2, AE 1:

Dinámica de poblaciones

Aprendizajes Esperados en relación con los OFT

Valora la protección del entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano

- › Toma la iniciativa en acciones concretas de cuidado del entorno natural en los distintos ámbitos en que se desenvuelve.
- › Propone ideas y las lleva a cabo para sensibilizar y/o promover el cuidado y buen uso de los recursos naturales como parte del desarrollo humano.

Pone en juego actitudes de perseverancia, rigor y cumplimiento

- › Inicia y termina investigaciones o trabajos asumidos.
- › Registra, de acuerdo a un orden, los datos producidos en torno al tema de trabajo.
- › Sigue adecuadamente los pasos aprendidos al desarrollar las actividades de la unidad.
- › Entrega trabajos en los tiempos acordados.

Habilidades de pensamiento científico

Los estudiantes pueden ejercitar y aplicar las habilidades de pensamiento científico aprendidas en años anteriores, como **formular preguntas, hipótesis, explicaciones, predicciones**, [...] se aprende mucho **conociendo cómo los científicos profesionales han razonado y procedido** para hallar evidencia para sus hipótesis y teorías. La unidad permite trabajar los conceptos a partir de **modelos e investigaciones clásicas** relacionadas con la dinámica de poblaciones y comunidades

2° medio

3° medio

OF

Reconocer la **interdependencia** organismos-ambiente como un factor determinante de las propiedades de **poblaciones** y comunidades biológicas.

Comprender que los organismos han desarrollado mecanismos [...] , de manera de **mantener un ambiente interno estable**, óptimo y **dinámico** [...].

AE

Describir las características propias de una población y los **factores que la regulan**.

Explicar cómo la **estabilidad** del medio interno de los organismos es facilitada por el funcionamiento de **circuitos de retroalimentación**.

Mapa de
Progreso

Organismos, ambiente y sus interacciones

[...]

Nivel 5 [...] Reconoce los **atributos básicos de las poblaciones** [...]. Reconoce las limitaciones y utilidad de **modelos** [...].
[...]

Estructura y función de los seres vivos

[...]

Nivel 6 Comprende la contribución de los sistemas [...] en la **mantención del medio interno** [...]

[...]

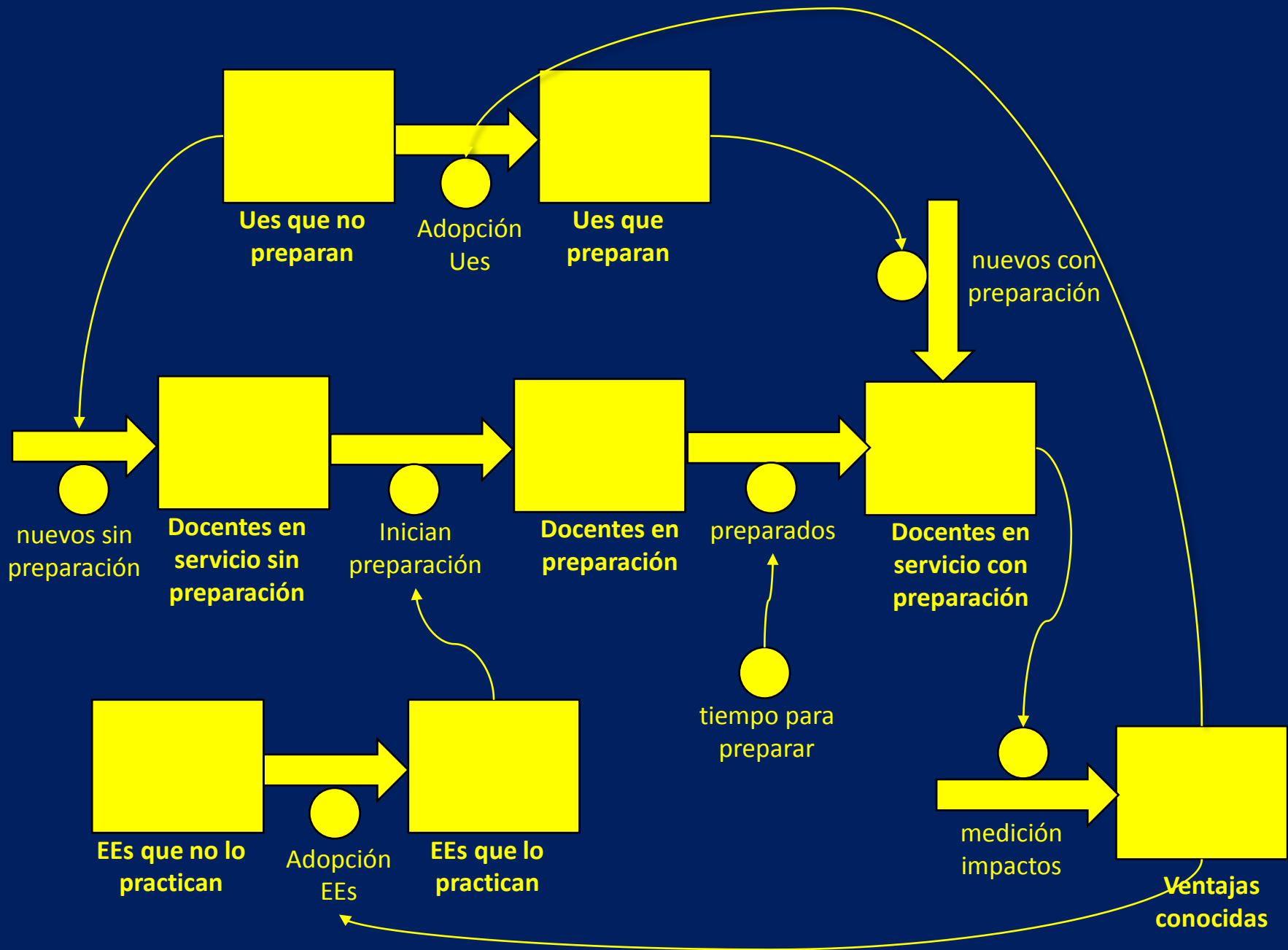
OFT

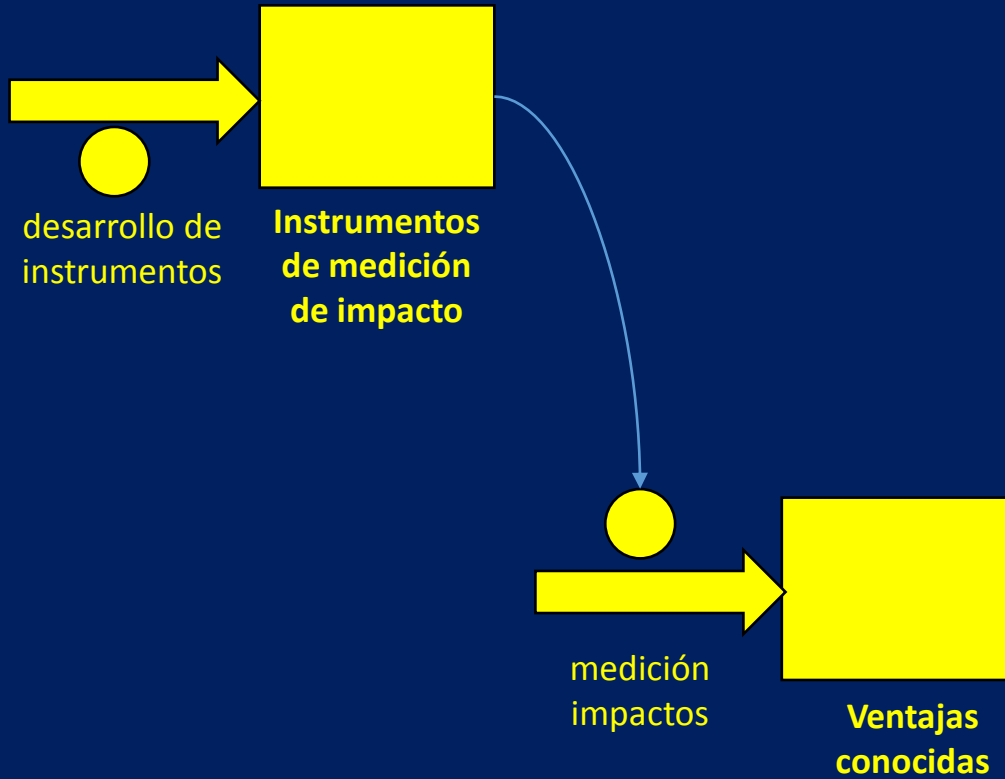
Dimensión cognitiva-intelectual

- Desplegar las habilidades de investigación que involucran
 - **identificar, procesar y sintetizar** información de diversas fuentes;
 - **organizar** información **relevante** acerca de un tópico o problema;
 - **revisar planteamientos** a la luz de nuevas **evidencias** y **perspectivas**; y
 - **suspender los juicios** en ausencia de información suficiente.
- Analizar, interpretar y organizar información con la finalidad de
 - **establecer relaciones** y
 - comprender procesos y fenómenos **complejos**,
 - reconociendo su **multi-dimensionalidad**, **multi-causalidad** y carácter **sistémico**.
- Adaptarse a los cambios en el conocimiento y manejar la **incertidumbre**.
- Exponer **ideas** [...] y experiencias de manera **coherente** y **fundamentada**.
- **Resolver problemas** de manera **reflexiva** [...], utilizando **modelos** y rutinas [...].
- Diseñar, planificar y realizar proyectos.
- Pensar en forma **libre**, **reflexiva** y **metódica** para evaluar **críticamente** situaciones [...]

IV

Desarrollo (Costos)





Martin Schaffernicht

Universidad de Talca

martin@utalca.cl

educacionsistemica.wordpress.com