

De Innovadores a Imitadores: Un Viaje Sistémico por la Adopción de Nuevos Productos

Resumen

Este artículo presenta un modelo de dinámica de sistemas para analizar la adopción de nuevos productos, centrado en los roles de los innovadores e imitadores en el proceso de difusión. A través de una simulación interactiva en línea, se explora cómo las decisiones estratégicas y las políticas de intervención pueden acelerar o ralentizar el proceso de adopción en el tiempo. El modelo integra herramientas de storytelling para facilitar el aprendizaje paso a paso de la estructura causal subyacente y promover la comprensión de los ciclos de retroalimentación involucrados. Se destacan dos bucles principales: el de innovación, impulsado por los primeros adoptantes, y el de imitación, activado por el efecto boca a boca (WOM). La herramienta permite modificar parámetros como las tasas de conversión y observar sus consecuencias tanto intencionadas como no intencionadas sobre la dinámica del sistema. Esta aproximación es especialmente útil en contextos educativos y de toma de decisiones estratégicas, proporcionando un laboratorio virtual donde experimentar con políticas antes de implementarlas en la realidad.

 <p>Oasis Incubadora de Negocios en Línea.</p>	<p>Autor:</p> <p>Pedro Dagoberto Almaguer Prado pedro@oasis-io.com https://oasis-io.com +(52)8117588310</p>
---	---

Mayo 4, 2025

Palabras clave:

Dinámica de sistemas, Adopción de nuevos productos, Innovadores e imitadores, Storytelling simulado, Modelos de simulación, Difusión de innovaciones, Toma de decisiones, Pensamiento sistémico, Energías renovables (*si aplica*), Comportamiento del mercado.

Tabla de contenidos

 Introducción	5
 Storytelling.....	6
	6
 Contando la historia paso a paso.....	6
 Interfaz inicial del storytelling interactivo	7
 Estructura básica del modelo: adopción como flujo entre dos stocks	8
 Ciclo de retroalimentación de los Innovadores (Innovators Balanced Feedback Loop)	9
 Ciclo de Refuerzo: Imitadores (por boca a boca – WOM)	10
 Ciclo de Retroalimentación: Imitators Balanced Feedback Loop.....	12
 Modelo Completo de Dinámica de Adopción de Nuevos Productos	13
 Resultados del modelo: comportamiento dinámico de la adopción	15
 Estrategias para Acelerar la Adopción de Innovaciones	16
Explorando estrategias para acelerar la adopción: simulación y decisiones	17
 Leyenda del Modelo de Adopción de Nuevos Productos	17
 Parámetros del Modelo de Adopción de Nuevos Productos	18
 Estrategias para Acelerar la Adopción de Energías Renovables	18
Estrategias para Acelerar la Adopción de Energías Renovables	19
 Conclusiones	23
 Referencias	23

Tabla de figuras

Figure 1: Acceso al modo de Storytelling en el simulador en línea	6
Figure 2: . Interfaz inicial del storytelling interactivo	7
Figure 3: Estructura básica del modelo: adopción como flujo entre dos stocks	8
Figure 4: Ciclo de retroalimentación de los Innovadores (Innovators Balanced Feedback Loop).....	9
Figure 5: Ciclo de retroalimentación de los Imitadores (Imitators Reinforcing Feedback Loop).....	11
Figure 6: Ciclo de Retroalimentación: Imitators Balanced Feedback Loop	12
Figure 7: Modelo Completo de Dinámica de Adopción de Nuevos Productos (Full Model)	13
Figure 8: Resultados del modelo: comportamiento dinámico de la adopción.....	15
Figure 9: sección Configuration Time Settings	21

Introducción

En un mundo donde la transición hacia soluciones sostenibles como las energías renovables se vuelve urgente, comprender cómo se adoptan las innovaciones es esencial para acelerar el cambio. Este artículo presenta un modelo de dinámica de sistemas que permite analizar, simular y visualizar la difusión de un nuevo producto en una población, integrando dos mecanismos clave: la innovación y la imitación. El modelo, construido y ejecutado mediante una plataforma en línea, ofrece una experiencia interactiva de aprendizaje apoyada en narrativa (storytelling), facilitando el entendimiento de las estructuras causales que determinan el comportamiento dinámico del sistema.

A través de una representación visual paso a paso, los usuarios pueden explorar cómo las decisiones estratégicas—como ajustar tasas de conversión, lanzar campañas o modificar políticas—afectan la velocidad de adopción y su alcance en el tiempo. El modelo revela los efectos de retroalimentación que conectan las decisiones con sus consecuencias, muchas veces no intencionadas, permitiendo que estudiantes, profesionales o tomadores de decisiones experimenten y aprendan de forma segura en un entorno virtual.

Esta herramienta resulta especialmente útil en procesos educativos donde se busca fortalecer el pensamiento sistémico, así como en espacios de diseño estratégico, donde anticipar impactos puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una innovación. A través de este modelo, se abre la posibilidad de diseñar políticas más efectivas, alineadas con las dinámicas reales del comportamiento humano y social.

🧩 Storytelling

🖼️ Acceso al modo de Storytelling en el simulador en línea

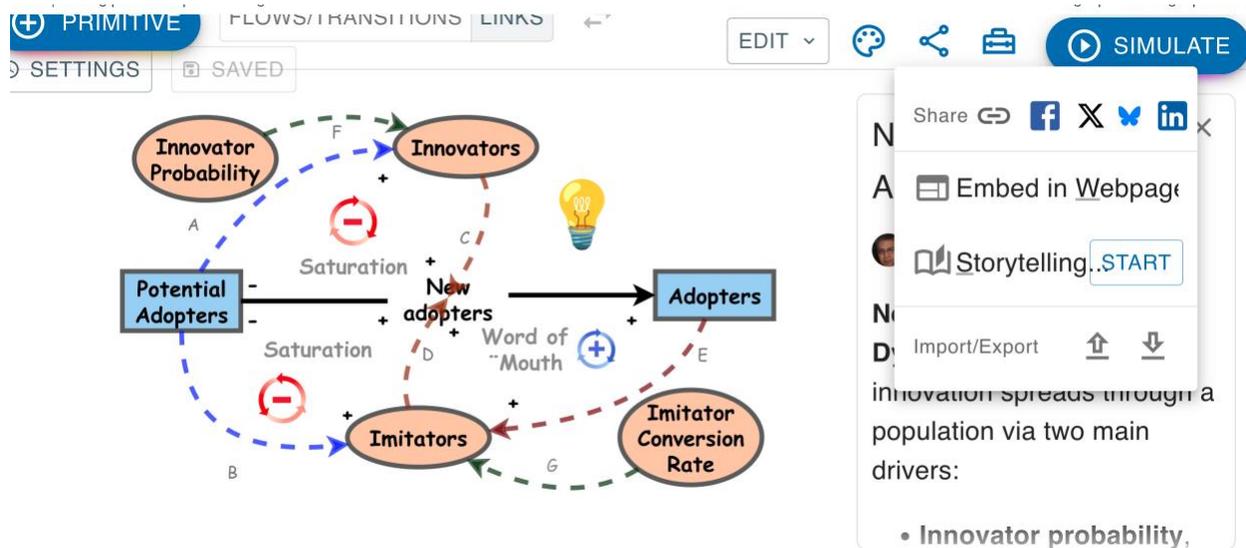


Figure 1: Acceso al modo de Storytelling en el simulador en línea

Desde la interfaz principal del simulador, el acceso al modo de **Storytelling** se encuentra en la esquina superior derecha, dentro de un menú representado por un **ícono gráfico central**. Este ícono ofrece múltiples opciones:

- **Compartir el simulador embebido** en una página web,
- **Obtener una liga para redes sociales**,
- y, lo más relevante para este caso, **ingresar al Storytelling**, una modalidad que permite recorrer paso a paso la narrativa visual construida dentro del modelo.

Esta opción facilita al usuario vivir una experiencia guiada por la lógica del modelo, combinando simulación, explicación y diseño pedagógico para aprender cómo evoluciona un sistema dinámico a lo largo del tiempo.

📖 Contando la historia paso a paso

Esta sección narra cómo se visionó el fenómeno de adopción de energías renovables desde una perspectiva sistémica. A través de una historia sencilla pero reveladora, exploramos los elementos clave que inspiraron la construcción del modelo. El objetivo es mostrar cómo se traduce un problema del mundo real en una representación estructurada capaz de ser simulada, entendida y mejorada.

Interfaz inicial del storytelling interactivo



Figure 2: . Interfaz inicial del storytelling interactivo

Esta es la pantalla de inicio del simulador en línea. Se presenta una interfaz limpia con tres botones ubicados en la parte inferior izquierda:

- **Done**, para finalizar la presentación;
- **Step forward**, que permite avanzar paso a paso a lo largo de la historia;
- y un botón de **reinicio**, representado con un ícono gráfico, que permite volver al inicio para explorar nuevamente el proceso desde cero.

Esta estructura facilita una navegación pausada y reflexiva por los elementos del modelo, permitiendo al usuario comprender cómo evoluciona la historia detrás de la dinámica de adopción.

Estructura básica del modelo: adopción como flujo entre dos stocks



Figure 3: Estructura básica del modelo: adopción como flujo entre dos stocks

En este segundo paso del recorrido, se visualizan **tres componentes fundamentales** del modelo de dinámica de adopción de innovaciones:

1. [Potential Adopters]

-  *Tipo:* Stock
-  *Unidades:* Personas
-  *Valor inicial:* 10,000
-  *Descripción:* Representa a la población total disponible para adoptar la innovación. Esta reserva disminuye conforme individuos adoptan el producto.

2. [New Adopters]

-  *Tipo:* Flujo
-  *Unidades:* Personas/tiempo
-  *Fórmula:* [Innovators] + [Imitators]
-  *Descripción:* Es la suma del flujo generado por los primeros adoptantes autónomos (*innovators*) y por quienes se suman por influencia social (*imitators*). Este flujo transfiere personas del stock de [Potential Adopters] hacia [Adopters].

3. [Adopters]

-  *Tipo:* Stock

- o  *Unidades:* Personas
- o  *Valor inicial:* 0
- o  *Descripción:* Acumula el total de personas que han adoptado el producto o tecnología a lo largo del tiempo.

Este paso sienta las bases estructurales del modelo y permite visualizar el proceso de transición de una población potencial hacia una población adoptante, impulsado por dos fuerzas clave que se definirán en los pasos siguientes.

Ciclo de retroalimentación de los Innovadores (Innovators Balanced Feedback Loop)

En este paso, se introduce el primer motor de adopción: los **Innovadores**, representado como un *loop de retroalimentación balanceado* que conecta el stock [Potential Adopters] con el flujo [New Adopters], a través de la variable [Innovators].

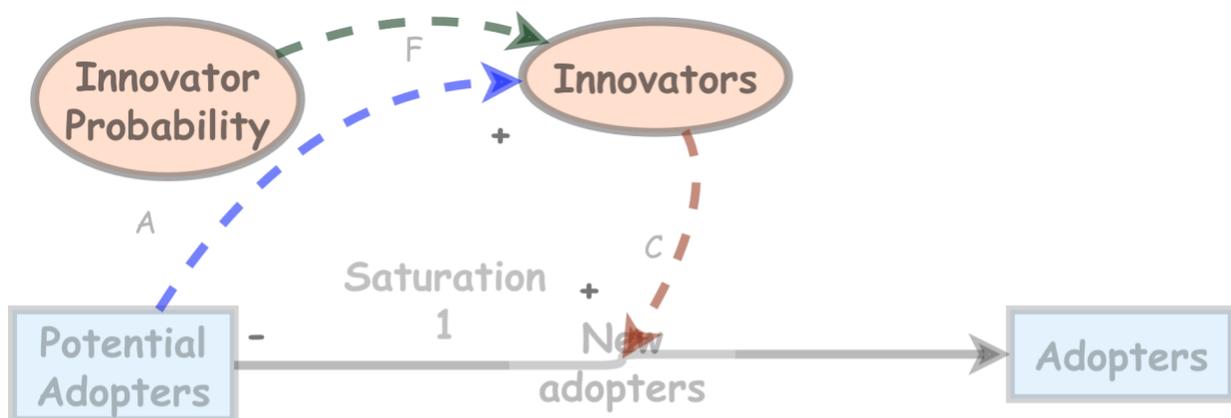


Figure 4: Ciclo de retroalimentación de los Innovadores (Innovators Balanced Feedback Loop)

Este bucle se compone de los siguientes elementos:

1. [Innovators Probability]

- o  *Tipo:* Parámetro (constante)
- o  *Unidades:* 1/Mes

-  *Valor:* 0.4
-  *Descripción:* Representa la probabilidad mensual de que un individuo adopte el producto o innovación por decisión propia, sin influencia externa.

2. [Innovators]

-  *Tipo:* Variable de flujo
-  *Unidades:* Personas/Mes
-  *Fórmula:* [Innovators Probability] * [Potential Adopters]
-  *Descripción:* Estima la cantidad mensual de nuevos adoptantes que actúan por iniciativa propia (pioneros, líderes de opinión o visionarios).

Este ciclo forma parte del flujo [New Adopters], que resta personas al stock [Potential Adopters], reduciendo así el potencial para nuevos innovadores conforme avanza el tiempo. Por eso, se trata de un bucle de retroalimentación *balanceado*, que tiende a estabilizar el crecimiento espontáneo de adopciones.

[Innovator Probability]

Descripción: Probabilidad de que una persona adopte la innovación de forma autónoma, sin influencia externa. Representa a los primeros en actuar por convicción, interés personal o visión de futuro.

Unidades de medida: 1 / mes

Valor base: 0.004 (equivale a un 0.4% mensual de los potenciales adoptantes)

Valores permitidos (slider):

- **Mínimo:** 0.0005 → innovación difícil de adoptar o con poca visibilidad
- **Máximo:** 0.02 → innovación atractiva, con fuerte percepción de valor

Estos rangos permiten simular escenarios que van desde innovaciones con poca tracción inicial hasta aquellas que captan rápidamente la atención de los primeros usuarios.

Ciclo de Refuerzo: Imitadores (por boca a boca – WOM)

Este ciclo representa cómo las personas comienzan a adoptar una innovación no por iniciativa propia, sino influenciadas por quienes ya la han adoptado. Es el efecto social del **boca a boca (Word of Mouth - WOM)**, donde los [Adopters] convencen, directa o indirectamente, a otros a sumarse.



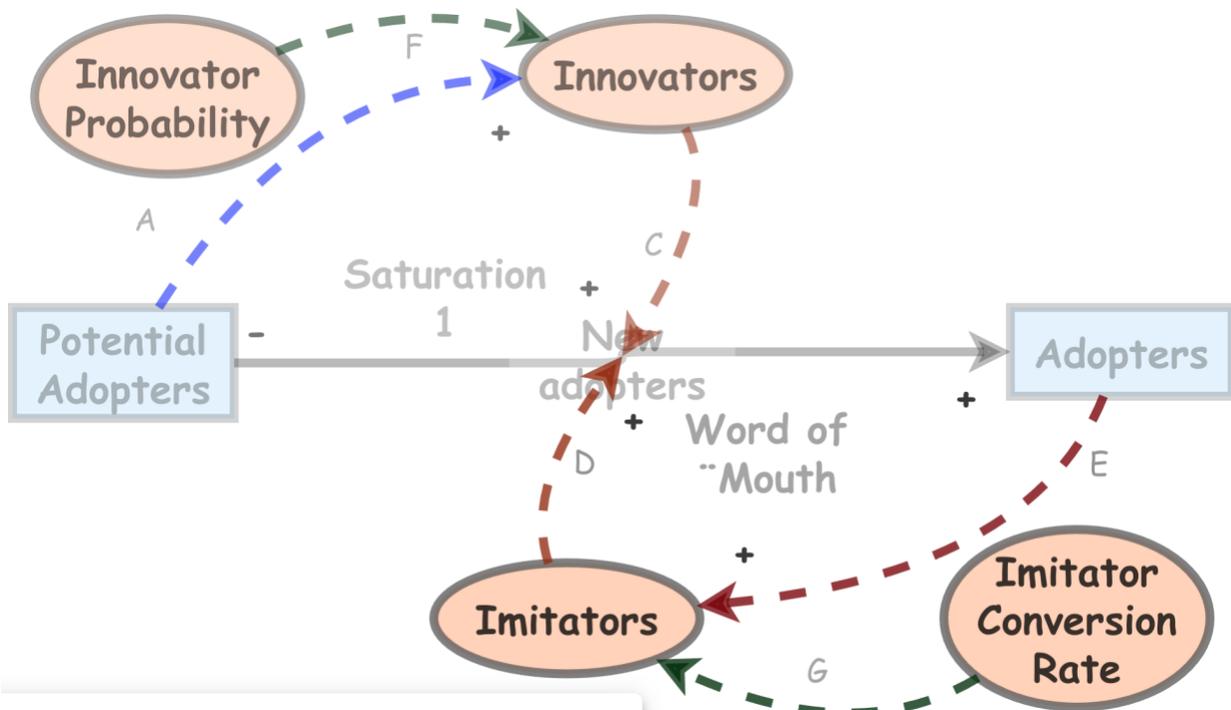


Figure 5: Ciclo de retroalimentación de los Imitadores (Imitators Reinforcing Feedback Loop)

🔧 Descripción de componentes:

- **[Imitators]**
Número de personas que adoptan la innovación por imitación en un intervalo de tiempo.
 - Unidades: Personas / mes
- **[Adopters]**
Personas que ya han adoptado el producto. Son la base social que influye a otros.
 - Unidades: Personas
- **[Imitator Conversion Rate]**
Tasa a la que cada adoptante existente genera nuevos imitadores.
 - Unidades: 1 / mes
 - Valor base: 0.03
 - Valor mínimo: 0.005 (imitación débil)
 - Valor máximo: 0.1 (imitación rápida o viral)

Este modelo simple y robusto mantiene la coherencia de unidades y permite visualizar con claridad el impacto del boca a boca. Al mantener las unidades correctamente (Personas * 1/mes = Personas/mes), evitamos errores como elevar a potencia la población, lo que no tiene sentido físico.

🔄 Ciclo de Retroalimentación: Imitators Balanced Feedback Loop

(Actualmente desactivado para simplificar el modelo inicial)

En este punto final del recorrido, introducimos el segundo ciclo del modelo: el ciclo de retroalimentación **balanceado** que representa el proceso de **imitación social** a través del boca a boca (WOM).

Este ciclo, aunque ya está representado gráficamente en el modelo, se encuentra **inactivo** en esta versión del storytelling. ¿Por qué? Porque su activación aumenta la complejidad del comportamiento del sistema, y nuestro objetivo aquí es **comprender paso a paso** cómo se propaga la innovación.

Este ciclo se construye con los siguientes elementos clave:

- 🚰 **[Imitators]**: flujo de personas que adoptan por imitación.
- 📊 **[Adopters]**: stock de personas que ya adoptaron.
- 🔄 **[Imitator Conversion Rate]**: tasa que mide el efecto del boca a boca.

🔧 **Fórmula propuesta para el flujo (por ahora no activada):**

$$[\text{Imitators}] = [\text{Adopters}] * [\text{Imitator Conversion Rate}]$$

🔒 Este flujo aún no contribuye al total de [New Adopters], lo cual se hace de forma deliberada para mantener la claridad del modelo durante las primeras fases de exploración.

🕒 Nota pedagógica:

Desactivar temporalmente este ciclo permite a estudiantes y usuarios observar únicamente el efecto de los **innovadores**, y luego comparar claramente cómo cambia la dinámica del sistema al activar los efectos de imitación.

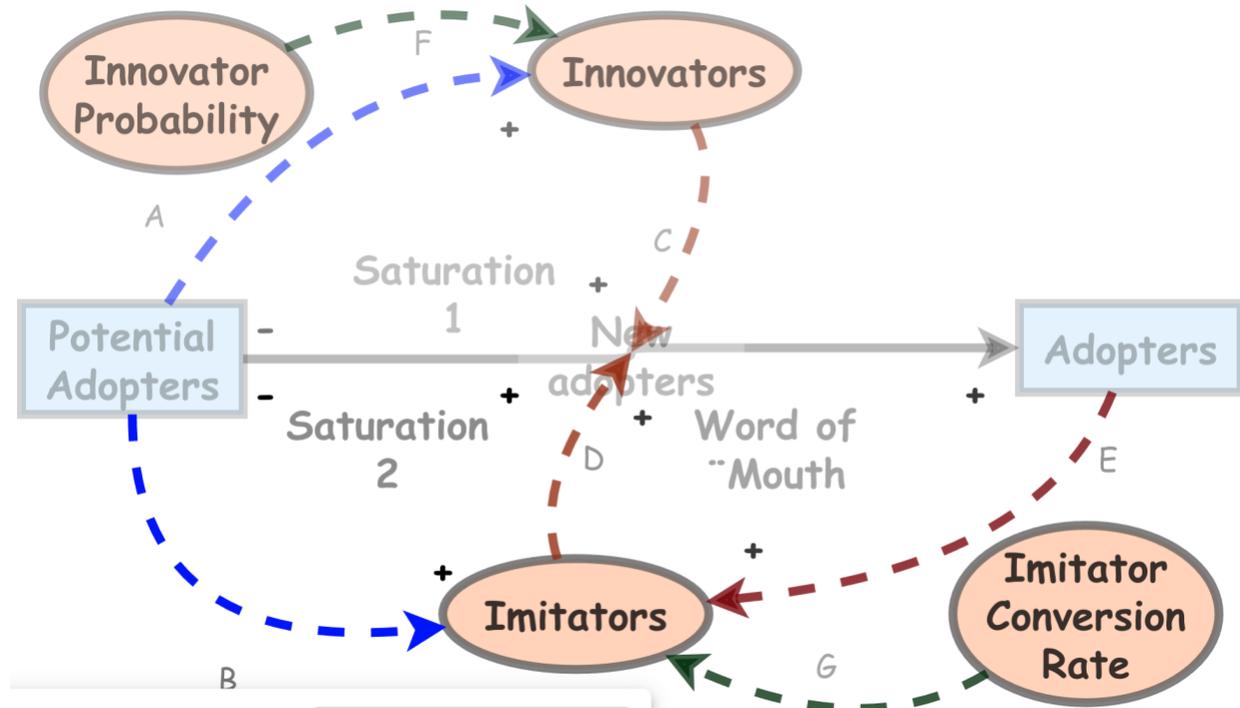


Figure 6: Ciclo de Retroalimentación: Imitators Balanced Feedback Loop

Modelo Completo de Dinámica de Adopción de Nuevos Productos

Descripción:

La figura muestra el modelo completo desarrollado para representar la difusión de una innovación —como en el caso de las energías renovables— a través de dos motores clave de adopción. El modelo integra dos ciclos de retroalimentación activos:

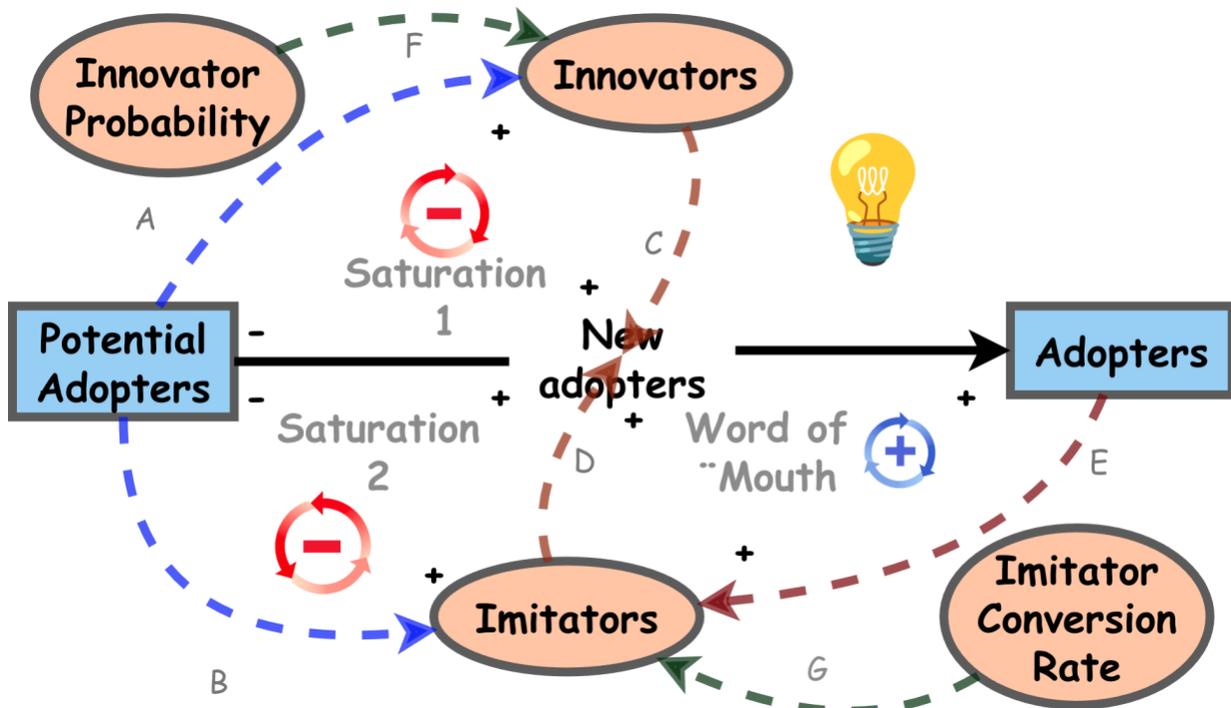


Figure 7: Modelo Completo de Dinámica de Adopción de Nuevos Productos (Full Model)

- Ciclo de Innovadores (Balanced Feedback Loop):**
 Representa a las personas que adoptan de forma autónoma, sin influencia social previa.
 - Fórmula:**

$$[\text{Innovators}] = [\text{Innovator Probability}] * [\text{Potential Adopters}]$$
 - Unidades:** Personas/Mes
 - Valor inicial de [Innovator Probability]:** 0.4 (1/Mes)
- Ciclo de Imitadores (Balanced Feedback Loop):**
 Representa a las personas que adoptan por influencia de quienes ya lo hicieron (boca a boca o WOM). Aunque simplificado, este ciclo está activo y considera únicamente la influencia de los [Adopters] sobre los no adoptantes.

- **Fórmula:**
[Imitators] = [Adopters] * [Imitator Conversion Rate]
- **Unidades:** Personas/Mes
- **Valor inicial de [Imitator Conversion Rate]:** 0.03 (1/Mes)

 El flujo total de nuevos adoptantes queda definido como:

$$[\text{New Adopters}] = [\text{Innovators}] + [\text{Imitators}]$$

 Los *stocks* que acumulan personas en el tiempo son:

- [Potential Adopters] con valor inicial de **10,000 personas**
- [Adopters] con valor inicial de **0 personas**

 Este modelo permite visualizar cómo la combinación de innovación individual y efecto social puede acelerar la adopción de tecnologías sustentables, ofreciendo un marco didáctico ideal para la enseñanza del modelado y simulación dinámica.

Resultados del modelo: comportamiento dinámico de la adopción

Esta sección presenta el **comportamiento en el tiempo** de los principales elementos del modelo: los dos *stocks* —[Potential adopters] y [Adopters]— y el flujo que los conecta —[New adopters]—. A través del gráfico generado por el simulador, podemos observar cómo evoluciona el proceso de adopción a medida que interactúan los factores de innovación y de imitación.

La curva de [Adopters] muestra una típica dinámica de crecimiento sigmoideal (S-curve), impulsada primero por los innovadores y luego por el efecto multiplicador del boca a boca (WOM). Simultáneamente, [Potential adopters] disminuye progresivamente conforme más personas se convierten en usuarios del nuevo producto o tecnología. El flujo [New adopters], por su parte, se comporta como una campana (bell curve), alcanzando un pico en el momento en que la combinación de innovadores e imitadores alcanza su mayor efecto de conversión.

Este gráfico es fundamental para visualizar y analizar cómo las políticas, estrategias o cambios en los parámetros clave afectan los tiempos y velocidades de adopción en una población.

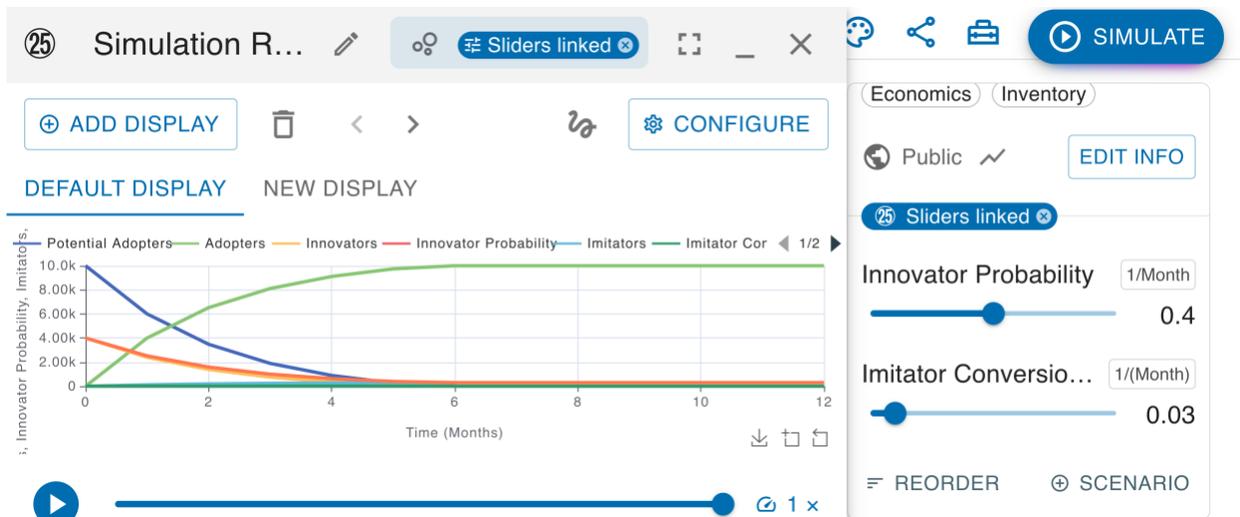


Figure 8: Resultados del modelo: comportamiento dinámico de la adopción.

Estrategias para Acelerar la Adopción de Innovaciones

Una vez entendido el comportamiento dinámico del modelo y visualizados los resultados de la simulación, surge una pregunta esencial: **¿Qué se puede hacer para acelerar la adopción de una innovación, como las energías renovables?**

Esta sección invita a reflexionar sobre diversas estrategias de intervención —como subsidios, campañas de concientización, instalación de demostradores, o fortalecimiento del boca a boca— que pueden influir directamente en los parámetros del modelo y, por lo tanto, en la velocidad de adopción.

Estas estrategias se podrán analizar y experimentar en vivo durante las sesiones del curso, utilizando el simulador, para evaluar sus efectos en tiempo real y visualizar sus consecuencias previstas y no previstas.

Explorando estrategias para acelerar la adopción: simulación y decisiones

En esta sección invitamos a explorar con el simulador cómo diferentes políticas impactan la velocidad de adopción, y cómo visualizar sus consecuencias en el tiempo.

Leyenda del Modelo de Adopción de Nuevos Productos

Ícono / Elemento Visual	Significado
 [Potential Adopters]	Stock de personas que aún no han adoptado la innovación. (Unidades: Personas)
 [Adopters]	Stock acumulado de personas que ya han adoptado. (Unidades: Personas)
 [New Adopters]	Flujo de personas que se trasladan de <i>Potential</i> a <i>Adopters</i> cada mes.
 [Innovators]	Subflujo que representa adopción por iniciativa propia.
 [Imitators]	Subflujo que representa adopción por influencia social.
 [Innovator Probability]	Tasa de adopción espontánea (Unidades: 1/Mes).
 [Imitator Conversion Rate]	Tasa de conversión por influencia social o WOM (Unidades: 1/Mes).
 Ciclo de Innovadores	Bucle de retroalimentación que regula la adopción inicial.
 Ciclo de Imitadores	Bucle que amplifica la adopción a medida que crecen los <i>Adopters</i> .
 Suma de Flujos	$[\text{New Adopters}] = [\text{Innovators}] + [\text{Imitators}]$
 Reducción en Potential	Cada nuevo adoptante reduce el stock de <i>Potential Adopters</i> .

Parámetros del Modelo de Adopción de Nuevos Productos

Variable	Descripción	Valor Inicial	Unidades Mínimo Máximo		
[Potential Adopters]	Personas que aún no han adoptado el producto	10,000	Personas	–	–
[Adopters]	Personas que ya adoptaron la innovación	0	Personas	–	–
[Innovator Probability]	Tasa de adopción por iniciativa propia	0.4	1 / Mes	0.01	1.0
[Imitator Conversion Rate]	Tasa de conversión por influencia social (WOM)	0.03	1 / Mes	0.00001	0.05

Fórmulas Clave

- **[Innovators]** = [Innovator Probability] * [Potential Adopters]
(Unidades: Personas / Mes)
- **[Imitators]** = [Adopters] * [Imitator Conversion Rate]
(Unidades: Personas / Mes)
- **[New Adopters]** = [Innovators] + [Imitators]
(Unidades: Personas / Mes)
- **Flujo de salida de [Potential Adopters]** = [New Adopters]
- **Flujo de entrada a [Adopters]** = [New Adopters]

Estrategias para Acelerar la Adopción de Energías Renovables

Objetivo Estratégico	Variable Afectada	Acción Concreta	Impacto Esperado
Aumentar el número de innovadores	[Innovator Probability]	Campañas educativas, incentivos fiscales para primeros usuarios	Más adopciones autónomas tempranas
Incentivar la imitación por contacto social	[Imitator Conversion Rate]	Visibilizar casos de éxito, redes vecinales de energía compartida	Mayor efecto boca a boca, acelerando la difusión
Ampliar la base potencial de usuarios	[Potential Adopters]	Acceso financiero, subvenciones para nuevos segmentos	Más personas en condiciones de adoptar

Objetivo Estratégico	Variable Afectada	Acción Concreta	Impacto Esperado
Mejorar la retención de adopters satisfechos	[Adopters]	Garantía de calidad, soporte técnico, seguimiento postinstalación	Refuerzo positivo que estimula a nuevos imitadores
Optimizar el diseño del producto o servicio	(No directa, pero sistémica)	Reducción de costos, mejora de usabilidad	Aumenta la predisposición a adoptar, reduciendo barreras de entrada

Estrategias para Acelerar la Adopción de Energías Renovables

Una de las aplicaciones más valiosas del modelo de dinámica de adopción es su capacidad para orientar **estrategias concretas** que aceleren la difusión de tecnologías clave como las energías renovables. A través de la simulación, podemos identificar qué variables tienen mayor influencia en los flujos de adopción y cómo intervenir sobre ellas para mejorar el desempeño del sistema.

A continuación, se presenta un cuadro de estrategias donde cada acción se vincula directamente con una o más variables del modelo, facilitando su comprensión e implementación.

Objetivo Estratégico	Variable Afectada	Acción Concreta	Impacto Esperado
Aumentar el número de innovadores	[Innovator Probability]	Campañas educativas, incentivos fiscales para primeros usuarios	Más adopciones autónomas tempranas
Incentivar la imitación por contacto social	[Imitator Conversion Rate]	Visibilizar casos de éxito, redes vecinales de energía compartida	Mayor efecto boca a boca, acelerando la difusión
Ampliar la base potencial de usuarios	[Potential Adopters]	Acceso financiero, subvenciones para nuevos segmentos	Más personas en condiciones de adoptar
Mejorar la retención de adopters satisfechos	[Adopters]	Garantía de calidad, soporte técnico, seguimiento postinstalación	Refuerzo positivo que estimula a nuevos imitadores
Optimizar el diseño del producto o servicio	(No directa, pero sistémica)	Reducción de costos, mejora de usabilidad	Aumenta la predisposición a adoptar, reduciendo barreras de entrada

Ejemplos de Estrategias Aplicadas: Simulaciones Comparadas

A continuación, exploramos cómo se comporta el sistema bajo tres estrategias distintas, usando el modelo de dinámica de adopción. Para cada caso se muestra el resultado proyectado sobre la variable clave: el total acumulado de *Adopters* a lo largo del tiempo.

◆ Escenario 1: Aumento de la Probabilidad de Innovación

Modificación: Se incrementa [Innovator Probability] de **0.004 a 0.01 (1/mes)**.

Contexto: Una campaña nacional de subsidios e incentivos para los primeros en adoptar paneles solares.

Resultado esperado:

- Se acelera el inicio de la curva de adopción.
- Aparecen más innovadores en etapas tempranas.
- El efecto de imitación también se adelanta en el tiempo.

 *Comentario del gráfico:* La curva de adopción comienza más rápido, logrando un número mayor de adoptantes en la primera mitad del periodo simulado.

◆ Escenario 2: Refuerzo del efecto boca a boca

Modificación: Se incrementa [Imitator Conversion Rate] de **0.03 a 0.06 (1/persona·mes)**.

Contexto: Se crean redes vecinales, se visibilizan casos de éxito con medios y testimonios.

Resultado esperado:

- La pendiente de adopción se hace más pronunciada a partir del momento en que aparecen los primeros innovadores.
- El crecimiento de adopters se vuelve exponencial durante un tramo más largo.

 *Comentario del gráfico:* La curva alcanza el pico de adopciones mucho antes, y la saturación se logra en menor tiempo.

◆ Escenario 3: Combinación de estrategias

Modificación: [Innovator Probability] = 0.01, [Imitator Conversion Rate] = 0.06

Contexto: Se aplican de forma simultánea las estrategias 1 y 2.

Resultado esperado:

- Se activa rápidamente el ciclo de refuerzo por innovadores.
- La expansión social por imitación entra en acción de forma más poderosa.
- Se acorta significativamente el tiempo necesario para alcanzar el 90% de adopción.

 *Comentario del gráfico:* El modelo muestra una adopción generalizada en menos de la mitad del tiempo que el escenario base.

🔧 Configuración del Tiempo de Simulación

Simulation Time Settings ⓘ ✕

Basic Simulation Settings

Simulation start

Simulation length

Time Units

Seconds

Minutes

Hours

Days

Weeks

Months

Years

Advanced Simulation Settings

Simulation time step

How long between simulation updates. Smaller values lead to more accurate but slower simulations.

Simulation algorithm

Euler is faster but generally less accurate.

Simulation Interactivity

Pause interval

Optional: Pause the simulation each time interval allowing you to adjust simulation sliders interactively.

Figure 9: sección Configuration Time Settings

Antes de iniciar cualquier simulación, es fundamental configurar correctamente el marco temporal bajo el cual se ejecutará el modelo. Esto se realiza en la sección **Configuration Time Settings**, donde se definen los siguientes parámetros:

🕒 1. Simulation Start

Valor típico: 0

Es el tiempo en que inicia la simulación. Normalmente se comienza en cero, lo cual representa el instante inicial del experimento o de la política que se desea evaluar.

2. Simulation Length

Valor típico: 60

Define la duración total de la simulación. Puede representar meses, años u otra unidad de tiempo dependiendo de la configuración de unidades. Por ejemplo, 60 meses equivaldrían a 5 años.

3. Simulation Time Step

Valor típico: 0.25

Es el tamaño del intervalo de tiempo entre cada cálculo del modelo. Valores más pequeños ofrecen mayor precisión, aunque requieren más capacidad de cómputo. En este caso, un paso de 0.25 significa que el modelo actualiza sus cálculos cada cuarto de mes.

4. Time Units

Valor típico: Month

Define la unidad de tiempo que se utilizará en toda la simulación (meses, años, días, etc.). Todas las tasas y fórmulas deben tener coherencia con esta unidad.

5. Simulation Algorithm

Valor típico: Euler

Es el algoritmo numérico que se utilizará para calcular los cambios en el modelo. El método de Euler es el más simple y rápido, adecuado para modelos didácticos o donde se puede tolerar un pequeño error de aproximación.

6. Simulation Interactivity (Pause Interval)

Valor típico: 1

Permite detener la simulación cada cierto número de pasos. En modo interactivo, esto permite observar cómo evolucionan las variables paso a paso. Si se define como 1, la simulación se pausa cada unidad de tiempo (por ejemplo, cada mes).

Conclusiones

Este modelo simple de adopción de energías renovables, construido con dinámica de sistemas, permite visualizar de manera clara cómo el comportamiento colectivo puede ser impulsado por dos motores principales: la innovación temprana y el contagio social (imitación por boca a boca).

A lo largo del proceso de modelado y storytelling, los participantes no solo aprendieron a construir modelos desde cero, sino también a simular su comportamiento en el tiempo y reflexionar sobre cómo pequeñas decisiones o políticas pueden generar efectos significativos, deseados o no, sobre la difusión de tecnologías clave para la sostenibilidad. El modelo deja abierta la puerta a múltiples extensiones y ajustes, tanto en la estructura como en los parámetros, para facilitar la exploración de estrategias que aceleren la adopción de soluciones energéticas limpias. También permite discutir cómo diseñar intervenciones más efectivas en función del tipo de población, contexto cultural, disponibilidad de recursos o infraestructura tecnológica.

Más allá del caso particular de las energías renovables, este modelo representa un marco valioso para pensar de manera sistémica sobre cualquier proceso de cambio social y tecnológico.

Referencias

- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin/McGraw-Hill.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in Systems: A Primer*. Chelsea Green Publishing.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. MIT Press.