

Presentación

Este libro adquiere un profundo significado al servir como recurso académico esencial para la enseñanza y el aprendizaje de Pensamiento de Sistemas y, principalmente, Dinámica de Sistemas, materias fundamentales en los planes de estudio de programas de Ingeniería de Sistemas y disciplinas afines en diversas universidades. De este modo, esta publicación representa una herramienta clave para fortalecer la excelencia educativa y la preparación de estudiantes y docentes en la comprensión y resolución de problemas complejos en el mundo actual.

La Dinámica de Sistemas se presenta como un componente fundamental en la formación académica, precedida por el estudio del Pensamiento de Sistemas, considerado un pilar esencial para el desarrollo de una perspectiva integral en esta disciplina. Su enfoque de aprendizaje se nutre de manera significativa de los trabajos pioneros desarrollados en la Escuela Sloan de Administración del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y los grupos de investigación asociados. Jay Forrester, investigador y profesor en dicha institución, desempeñó un papel crucial en la creación de la Dinámica de Sistemas, otorgándole un prestigio único en este campo.

Este texto permitirá a estudiantes y docentes adquirir conocimientos actualizados y habilidades aplicadas en ingeniería de sistemas y carreras afines, facilitando la resolución de problemas complejos con el apoyo de herramientas computacionales avanzadas. En definitiva, este libro se erige como un puente sólido entre la experiencia de instituciones académicas de renombre y el contexto educativo global, enriqueciendo la formación de profesionales y educadores, y preparándolos para afrontar con éxito los desafíos contemporáneos.

Capítulo 1. Fundamentos de la dinámica de sistemas

Resultados de aprendizaje:

- Identificar y analizar las figuras más influyentes en el desarrollo de la metodología de la dinámica de sistemas, así como las herramientas clave que facilitan su aplicación en el análisis de sistemas.
- Desarrollar y aplicar el pensamiento holístico como un enfoque esencial para abordar problemas y comprender las interrelaciones dentro de sistemas complejos.
- Analizar y comprender problemas complejos utilizando los principios de la dinámica de sistemas e identificando las variables y relaciones clave que afectan su comportamiento.

Este capítulo invita al lector a sumergirse en el fascinante mundo de la dinámica de sistemas, donde modelos, simulaciones y soluciones han sido creados a lo largo de las décadas para enfrentar con éxito los complejos desafíos del siglo XXI. Para profundizar en esta disciplina, se presentan recursos clave, que incluyen libros fundamentales, herramientas de modelado y cursos en línea, proporcionando las bases necesarias para explorar y aplicar dicha metodología en diversos contextos.

1.1 Introducción a la dinámica de sistemas

La dinámica de sistemas es una metodología que se originó en los años cincuenta en el MIT y se ha consolidado como una herramienta poderosa para abordar problemas complejos. Entre los académicos más influyentes en su desarrollo se encuentra Jay Forrester,

considerado un pionero en este campo. Este investigador fue uno de los primeros profesores en la Escuela de Administración de Sloan del MIT, y su obra *Industrial Dynamics*, publicada en 1961, marcó un hito en la disciplina y ha servido como base para diversas investigaciones en el área (Forliano *et al.*, 2024).

Dennis y Donella Meadows son conocidos por su trabajo en el famoso informe *Los límites al crecimiento*, publicado en 1972, que aplica la dinámica de sistemas para abordar problemas de sostenibilidad y crecimiento económico. Las contribuciones de estos autores han sido cruciales para la aplicación de esta metodología a nivel global. Otro destacado exponente es John Sterman, profesor en la Escuela Sloan del MIT, cuyas investigaciones y su libro *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World* han aportado significativamente a la comprensión y aplicación de esta disciplina en la gestión empresarial (Cechvala, 2024). Es preciso mencionar además a Peter Senge, autor de *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, quien ha desempeñado un papel esencial en la promoción de la dinámica de sistemas en el ámbito de las organizaciones y el aprendizaje organizativo (Qudrat-Ullah, 2024).

La dinámica de sistemas ha demostrado su eficacia en diversos campos, desde la gestión empresarial hasta la economía y la sostenibilidad ambiental. Un ejemplo más de su influencia es el Club de Roma, un grupo de expertos que la utilizó para realizar un análisis profundo de la interacción entre variables críticas en el contexto del crecimiento económico y la sostenibilidad global. Con la colaboración de Dennis y Donella Meadows, el Club desarrolló el modelo del mundo, una representación matemática que revela las posibles implicaciones del crecimiento incontrolado en la población, la economía y el medio ambiente.

El modelo, presentado en *Los límites al crecimiento*, ofrece una perspectiva clara sobre los desafíos que enfrenta la humanidad, subrayando la importancia de abordar el crecimiento sostenible. De este modo, la dinámica de sistemas sobresale por proporcionar herramientas necesarias para representar integralmente las complejas

dinámicas de sistemas interconectados, lo que contribuye de forma importante al análisis y la concienciación sobre la necesidad de abordar problemas complejos desde una perspectiva sistémica. Esta introducción nos muestra esta metodología, mediante la cual se han elaborado, a lo largo de décadas, distintos modelos, simulaciones y soluciones que nos permiten enfrentar con éxito los desafíos complejos del siglo XXI.

En principio, para aprender sobre la metodología mencionada es fundamental contar con recursos y herramientas clave que faciliten la comprensión y aplicación de esta disciplina. Entre los libros más destacados se encuentra *Thinking in Systems: A Primer*, de Donella H. Meadows, que ofrece una introducción accesible al pensamiento sistémico y la dinámica de sistemas. Otra obra esencial es *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*, de John D. Sterman, que proporciona una guía completa sobre la aplicación de este enfoque en la gestión empresarial. Además, *Industrial Dynamics* de Jay W. Forrester, el texto original que estableció las bases de esta metodología, sigue siendo citado por numerosos autores desde su publicación (Forliano *et al.*, 2024).

En cuanto a cursos en línea, plataformas como Coursera, edX y Udemy ofrecen formación sobre la dinámica de sistemas, impartida por instituciones académicas de prestigio. Asimismo, el MIT OpenCourseWare brinda acceso gratuito a una variedad de recursos educativos del MIT, que incluyen materiales relacionados con la disciplina. Estos recursos son esenciales para quienes deseen profundizar en esta metodología y su aplicación en contextos diversos.

Software de modelado

Al comparar *Vensim*®, *Stella*® e *iThink*®, que son herramientas ampliamente utilizadas para la dinámica de sistemas, es posible notar que cada una tiene características que las hacen adecuadas para diferentes tipos de usuarios y necesidades. Por una parte, *Vensim*® es conocido por su robustez y flexibilidad, por lo que resulta ideal

para académicos y profesionales que trabajan con simulaciones grandes y complejas. Su capacidad de gestionar tanto modelos cualitativos como cuantitativos y su soporte para análisis de sensibilidad y optimización hacen de esta una opción poderosa, aunque su interfaz puede no ser tan intuitiva para usuarios principiantes. A pesar de ello, su versión gratuita (Vensim PLE®) lo hace accesible para estudiantes y aquellos que están empezando a explorar la metodología.

Por otro lado, Stella® e iThink®, desarrollados por isee systems, son herramientas que destacan por su interfaz visual intuitiva, orientada principalmente a usuarios no técnicos. Stella® es útil sobre todo en el ámbito educativo, proporcionando una experiencia amigable para explicar conceptos de dinámica de sistemas a principiantes. Entretanto iThink®, aunque similar en funcionalidad, está más orientado hacia el ámbito empresarial y organizacional, donde se busca modelar problemas de negocio. De cualquier forma, ambas herramientas permiten la creación de diagramas de *stock* y flujo, facilitando la comprensión de los modelos, pero tienen limitaciones en comparación con Vensim® en términos de análisis avanzado y manejo de grandes volúmenes de datos.

Un software complementario muy reconocido en el campo de la simulación es AnyLogic®, que, aunque no está diseñado exclusivamente para dinámica de sistemas, ofrece capacidades multimetodológicas al integrar simulación basada en agentes, dinámica de sistemas y simulación de eventos discretos. Esta combinación hace que esta herramienta sea sumamente versátil, adecuada para proyectos que requieren estos distintos tipos de simulaciones además de los modelos de sistemas dinámicos tradicionales. Aunque AnyLogic® puede ser más complejo de aprender y utilizar que Vensim®, Stella® o iThink®, su capacidad para combinar diferentes enfoques de simulación lo hace ideal para proyectos de gran envergadura y complejidad.

En suma, Vensim® es la mejor opción para análisis detallados y modelos complejos, mientras que Stella® e iThink® son más adecuados para usuarios que buscan una herramienta visual e intuitiva,

especialmente en contextos educativos o empresariales. Si se necesita un enfoque multimetodológico que combine diferentes tipos de simulación, AnyLogic® sería la herramienta complementaria más conveniente para cubrir esas necesidades.

Figura 1. Descarga de Vensim®

The screenshot shows the Vensim website interface. At the top is the Vensim logo with the Ventana Systems Inc. tagline. Below the logo is a navigation bar with links: News, Software, Purchase, Help, FAQ, Courses, and Contact. The main content area has a section titled 'Current Version: 10.2.1 (released July2024)'. Below this, it states that all configurations are available by download and can be upgraded online. It provides links for new purchases of Vensim Professional and DSS, and for international distributors. There are also links for installation instructions and pricing. A 'Download Licensed Software' button is present. Below this, a paragraph explains the process for existing users to download or upgrade their software, mentioning registration codes and maintenance. A 'Free Downloads' section is highlighted with a red arrow, listing Vensim PLE (Evaluation or Educational), Vensim Model Reader, and Molecules. Below this is an 'Upgrades' section with an 'Upgrades' button. The text explains how to upgrade to the latest release if bought directly from Vensim, and how to upgrade if bought through an international distributor.

Vensim.
VENTANA
systems inc.

[News](#) [Software](#) [Purchase](#) [Help](#) [FAQ](#) [Courses](#) [Contact](#)

Current Version: 10.2.1 (released July2024)

All Vensim configurations are available by download and can be upgraded online. Newpurchases of Vensim Professional and DSS are available by contacting [Ventana Systems](#), using the order links below, or from our [International distributors](#). [Pricing forVensim](#). [Installation instructions](#).

[Download Licensed Software](#)

[Download Licensed Software](#)

If you have already purchased Vensim, you can download from here. Enter theregistration code you were sent by email or that appears the back of your CD dustjacket. You will be offered the most current software you qualify for. You will be told ifyou need to upgrade or extend your maintenance to receive the newest version. If youhave previously updated be sure to enter the most recent registration code you have. **Vensim Pro and DSS licenses with current maintenance now include a Ventitysubscription!** [Learn more](#).

[Free Downloads](#)

[Free Downloads](#)

Vensim PLE (Evaluation or Educational), Vensim Model Reader, Molecules

[Upgrades](#)

[Upgrades](#)

If you want to upgrade to the latest Vensim release, and you bought Vensim directlyfrom us, you can do so from here. Please log into the download center, links will beavailable for you to extend maintenance and upgrade.

If you bought Vensim through an [international distributor](#) you will need to contactthem for upgrades.

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, las plataformas como YouTube ofrecen una amplia variedad de videos y tutoriales que explican conceptos y técnicas de la dinámica de sistemas. Además, hay varias asociaciones y organizaciones profesionales que se dedican a esta disciplina; entre ellas, la más destacada es la System Dynamics Society (systemdynamics.org). Estos recursos son valiosos para profundizar en el estudio y la aplicación de la metodología.

Para instalar la versión gratuita de Vensim® se debe visitar primero el sitio web oficial (vensim.com). Una vez en la página, se selecciona la opción «*Download*» y luego, como se muestra en la figura 1, «*Free Downloads*», donde se marca la casilla «*Anti-spam*» y se proporciona una dirección de correo electrónico. A continuación, el usuario recibirá un mensaje con un enlace para descargar el archivo de instalación. Finalmente, después de hacer doble clic en ese archivo y responder «*Yes*» a todas las preguntas, el software estará instalado en el sistema.

1.2 El enfoque de sistemas

Los hábitos de pensamiento en sistemas son fundamentales para comprender y abordar problemas de manera integral. Uno de ellos es el razonamiento holístico, que implica considerar el sistema en su totalidad en lugar de centrarse en componentes aislados. Otro hábito importante es identificar y comprender las relaciones de causa y efecto dentro del sistema, así como reconocer los bucles de realimentación, donde los cambios en una parte afectan a otras. Este enfoque permite entender cómo las acciones repercuten entre sí dentro del sistema.

Asimismo, el pensamiento a largo plazo es esencial para evaluar las implicaciones de las decisiones futuras. Además, la participación y la colaboración fomentan el trabajo conjunto entre diversas partes interesadas para abordar problemas de manera colectiva. También es crucial mantener una actitud de adaptación y flexibilidad, reconociendo que los sistemas son dinámicos y que es necesario ajustarse a los cambios. Finalmente, establecer sistemas de monitoreo

y evaluación continua ayuda a medir el rendimiento y ajustar estrategias según sea necesario.

En conjunto, el pensamiento de sistemas se presenta como una herramienta valiosa para enfrentar problemas complejos y desarrollar soluciones efectivas al considerar las interconexiones y dinámicas de un sistema en su totalidad.

Ejemplos de algunos problemas complejos

El problema de congestión vehicular

Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, el problema de la congestión vehicular se aborda considerando las complejas interacciones y relaciones dentro de un sistema que incluye automóviles, infraestructura vial, patrones de movilidad y factores externos. La congestión comienza cuando la demanda de tráfico en un área determinada supera la capacidad de la infraestructura para manejarlo, lo que lleva a una acumulación de vehículos en las carreteras.

En este contexto, se observa un ciclo de realimentación positiva: cuanto más lento se mueve el tráfico debido a la congestión, más vehículos se acumulan, lo que empeora la situación y reduce la velocidad promedio. De esta manera se provocan retrasos en los desplazamientos, afectando la puntualidad, la productividad y la calidad de vida de las personas, y generando un mayor estrés y costos económicos.

Los patrones de flujo de tráfico pueden ser altamente variables, influenciados por condiciones climáticas, accidentes y otros eventos inesperados, lo que añade complejidad al sistema de congestión. Aunque las soluciones a corto plazo, como la expansión de carreteras, pueden aliviar temporalmente el problema, a menudo conducen a una mayor demanda de tráfico a largo plazo, restableciendo la congestión.

Un manejo efectivo de la congestión requiere enfoques más sostenibles, tales como la promoción del transporte público, la movilidad compartida, la implementación de políticas de teletrabajo y la

inversión en tecnología de gestión del tráfico. Las políticas gubernamentales y la regulación también son fundamentales en este proceso, incluyendo la implementación de peajes, restricciones de tránsito en áreas congestionadas y la promoción de opciones de transporte más sostenibles.

La dinámica de sistemas implica la necesidad de monitorear continuamente el tráfico, ajustar políticas y estrategias según sea necesario, y considerar las repercusiones a largo plazo de las decisiones tomadas. Analizar el problema de la congestión vehicular desde esta perspectiva permite entenderlo como un sistema complejo con múltiples variables interconectadas, donde la comprensión de estas interacciones y la implementación de estrategias sostenibles son clave para mejorar la movilidad en las áreas urbanas.

El problema del COVID

Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, el problema del COVID-19 se aborda considerando las complejas interacciones y relaciones dentro de un sistema que involucra la propagación del virus, la respuesta de la sociedad y los sistemas de atención médica. La enfermedad se propaga a través de la interacción entre personas, de manera que, a medida que más individuos se infectan, la transmisión se acelera, lo que puede provocar brotes y picos de casos.

En este sistema, existe una realimentación positiva, donde un aumento en el número de casos incrementa el riesgo de infección y, a su vez, eleva el número total de contagios. Este ciclo puede generar una propagación exponencial del virus. Como resultado, es posible que los sistemas de atención médica lleguen a verse abrumados, lo que se traduce en una escasez de recursos, de camas en hospitales y de personal médico, afectando la capacidad de atención y los pronósticos de los pacientes.

Las intervenciones de salud pública, como el distanciamiento social, el uso de mascarillas y las campañas de vacunación, desempeñan un papel crucial en la dinámica de propagación del COVID-19.

La implementación o la relajación de estas medidas impactan directamente en cómo se comporta el virus en la comunidad. Sin embargo, la respuesta de la sociedad a estas intervenciones puede ser altamente variable: algunas personas pueden seguir rigurosamente las pautas, mientras que otras no, lo que influye en la velocidad y la extensión de la propagación.

Además, la aparición de nuevas variantes del virus y la adquisición de inmunidad a través de la infección o la vacunación son factores que afectan la dinámica del sistema. Estos elementos pueden cambiar tanto la tasa de propagación como la gravedad de la enfermedad. La coordinación de respuestas a nivel global es igualmente vital para abordar la pandemia, ya que el virus no conoce fronteras y las acciones de un país pueden impactar a otros.

La comunicación efectiva y la educación pública son claves para informar a la población sobre medidas de prevención y fomentar comportamientos que reduzcan la propagación del virus. En este sentido, el COVID-19 se considera un sistema complejo con múltiples variables interconectadas. Comprender estas interacciones y aplicar estrategias efectivas, como la vacunación y la coordinación global, son fundamentales para controlar la propagación de la enfermedad y minimizar su impacto en la salud pública y la sociedad.

El problema de legalizar las drogas

Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, el problema de legalizar las drogas implica considerar las complejas interacciones y efectos que un cambio en la política frente a estas sustancias puede tener en una sociedad. En este contexto, la dinámica de demanda y oferta ejerce un papel crucial, y la legalización puede alterar ese mercado al influir en la accesibilidad y el precio de las sustancias. En otras palabras, al regular las drogas, se crean nuevas condiciones de mercado que afectan a todos los actores involucrados.

Cuando las drogas se legalizan, estas deben producirse y regularse bajo normativas específicas, lo que puede influir en la calidad

y la seguridad de las sustancias. Sin embargo, esta estrategia también puede tener un efecto en la disponibilidad; dependiendo de cómo se implemente la regulación, la oferta puede aumentar o disminuir. Al mismo tiempo, la legalización puede cambiar la percepción y estigmatización de las drogas, lo que podría llevar a un aumento o disminución de la demanda a medida que más personas acceden a ellas sin el temor a la persecución legal.

En términos de salud pública, la legalización puede tener implicaciones significativas. Por un lado, puede facilitar el acceso a tratamientos y reducir los riesgos asociados con las drogas de mala calidad. Por otro lado, también puede incrementar el consumo, lo que podría conllevar un aumento de los problemas de salud relacionados con el abuso de sustancias. Esto resalta la necesidad de un enfoque equilibrado en la implementación de políticas.

La legalización de las drogas también tiene efectos sociales y económicos, como la generación de ingresos fiscales y la reducción de gastos en la aplicación de la ley. Sin embargo, estos beneficios pueden verse contrarrestados por los costos asociados con el tratamiento de problemas de abuso de sustancias. Además, los cambios en las políticas pueden influir en el comportamiento del consumidor: mientras que algunos pueden reducir su consumo debido a la disminución de la estigmatización, otros pueden aumentarlo debido a la mayor accesibilidad.

Otro aspecto para considerar es el impacto en el crimen organizado. La legalización puede afectar el poder y la influencia de los grupos criminales involucrados en el tráfico de drogas, ya que podría disminuir sus ingresos o cambiar sus actividades hacia otras áreas ilícitas. Para lograr resultados positivos, es esencial que las políticas reguladoras sean diseñadas y aplicadas de manera efectiva, priorizando la salud pública y la seguridad.

Por último, la legalización de las drogas tiene implicaciones a largo plazo en las percepciones y actitudes hacia estas sustancias por parte de las generaciones futuras. Por lo tanto, se considera que esta medida, desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, representa

un cambio significativo en las políticas que puede generar una serie de efectos interconectados en la sociedad, la economía y la salud pública. La comprensión de estas interacciones y la implementación de políticas adecuadas son fundamentales para abordar este complejo problema de manera efectiva.

El problema de conteo para la selección de un funcionario como alcalde de ciudad

Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, el problema del conteo para la selección de un alcalde se considera un proceso dentro de un sistema más amplio de elecciones y gobernanza local. Dicho conteo representa una etapa clave en el ciclo electoral de una ciudad, que incluye la recopilación, la tabulación y la verificación de los votos emitidos por los ciudadanos, y su correcto desarrollo es fundamental para el funcionamiento de la democracia.

En el proceso de conteo intervienen múltiples actores, como funcionarios electorales, observadores, representantes de partidos políticos y votantes. Cada uno desempeña un papel crucial que influye en la transparencia y la eficacia del proceso. En efecto, la transparencia es esencial para garantizar la integridad de las elecciones, lo que supone contar con normas claras, procedimientos bien definidos y supervisión pública que contribuyan a generar confianza en los resultados.

La precisión en el conteo de votos es igualmente vital para reflejar la verdadera voluntad de los votantes, ya que cualquier error puede tener un impacto significativo en el resultado de la elección. Además, la incorporación de tecnología, como sistemas de votación electrónica o software de conteo, puede agilizar este proceso, aunque también presenta desafíos en términos de seguridad y fiabilidad. Asimismo, para verificar la precisión de los resultados, en algunos casos se llevan a cabo auditorías o recuentos manuales, especialmente en situaciones de disputas o dudas sobre el conteo.

Los resultados del proceso no solo determinan quién se convierte en alcalde, sino que también influyen en las políticas y decisiones

que se tomarán en la administración local, afectando así a la comunidad en general. Por lo tanto, la confianza en el proceso de conteo y la percepción de que las elecciones son justas y libres son fundamentales para la legitimidad del funcionario elegido y la estabilidad de la gobernanza local. Finalmente, el resultado de estos comicios también tiene un impacto en los ciclos electorales futuros, moldeando las percepciones y preferencias de los votantes.

El problema del conteo para la selección de un alcalde, visto desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, es una parte esencial de un fenómeno electoral más amplio. La confiabilidad, la transparencia y la precisión en este proceso son críticas para asegurar una gobernanza efectiva y mantener la confianza de los ciudadanos en sus instituciones democráticas.

Otros ejemplos de problemas complejos

Sterman plantea algunos ejemplos de problemas complejos que revelan dinámicas inesperadas en diversos contextos. Un caso notable es el uso de medicamentos más baratos en el sistema de atención en salud, que en teoría debería reducir costos, pero puede tener el efecto contrario. Así, si bien cabe suponer, desde un enfoque simplista, que limitar la prescripción de medicamentos costosos y promover alternativas más asequibles disminuirá los gastos, también es posible generar consecuencias no deseadas mediante esta estrategia, como un aumento en la demanda de esos medicamentos económicos, lo que, a su vez, puede elevar su costo debido a la escasez resultante.

Otro problema complejo es el programa de conservación de tierras en Washington, que paga a los agricultores para que retiren tierras de cultivo con el fin de combatir la erosión y proteger el medio ambiente. Sin embargo, un estudio reciente indica que, por cada acre retirado, otros agricultores tienden a arar tierras igualmente propensas a la erosión. Así, en las grandes llanuras, a pesar de que se han apartado 17 millones de acres, la reducción total de suelos

cultivados es solo de 2 millones. Esta dinámica muestra que la simple retirada de terrenos puede tener efectos no deseados, como la compensación de la producción agrícola en otras áreas.

En el caso de los cigarrillos de bajo contenido de alquitrán y nicotina, se observa que, en lugar de reducir riesgos, estos pueden aumentar la exposición a carcinógenos y monóxido de carbono ya que los fumadores, al percibir menor nicotina, compensan aumentando la cantidad de cigarrillos consumidos y modificando su forma de fumar. Desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, este comportamiento puede visualizarse como un ciclo de retroalimentación que contrarresta cualquier beneficio potencial de los cigarrillos «más seguros».

Por último, los sistemas de frenos antibloqueo y otros dispositivos de seguridad en automóviles pueden inducir a algunos conductores a adoptar comportamientos más agresivos, lo que limita sus beneficios. Aunque están diseñados para aumentar la seguridad, las personas al volante pueden sentirse más confiadas y asumir riesgos adicionales, como conducir más rápido o realizar maniobras peligrosas. Este patrón de conducta también puede entenderse como un ciclo de realimentación, donde la percepción de seguridad fomenta decisiones de conducción arriesgadas, aumentando así el riesgo de accidentes.

En definitiva, un enfoque de dinámica de sistemas resulta útil para comprender estas interacciones complejas y ayudar a los responsables de la toma de decisiones a diseñar estrategias más efectivas en la salud pública, la conservación ambiental y la seguridad vial.

Problemas complejos propuestos

Los problemas complejos desde la perspectiva de la dinámica de sistemas o el pensamiento de sistemas pueden abordar una amplia gama de temas en la sociedad, la economía, el medio ambiente y otros campos. A continuación, se presentan treinta ejemplos de problemas complejos actuales: