

Dinámica de Sistemas como catalizador del aprendizaje sobre Sistemas Complejos

Una propuesta de innovación docente en el Grado en Ingeniería Matemática de la Universidad Francisco de Vitoria

III Congreso Iberoamericano de Soluciones Sistémicas para la Transformación de las Organizaciones

III CISSTO

1, 2 y 3 DE DICIEMBRE DE 2021.



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales



Dr. Germán-Lenin Dugarte-Peña

Email: germanlenin.dugarte@ufv.es

Profesor Ayudante Doctor

Universidad Francisco de Vitoria



SESGE

Sociedad Española
de Sistemas Generales



Dr. Germán-Lenin Dugarte-Peña

Email: germanlenin.Dugarte@ufv.es

Profesor Ayudante Doctor

Universidad Francisco de Vitoria

Ingeniero de Sistemas (2012) con Especialidad en Investigación Operativa por la Universidad de Los Andes, Master (2015) en Ciencia y Tecnología Informática y Doctor (2019) en Ciencia y Tecnología Informática por la Universidad Carlos III de Madrid. Profesor Ayudante (2014-2021) en el Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid, Profesor (2021-actualidad) en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Francisco de Vitoria. Investigador visitante en dos oportunidades (2017 y 2019) en la Carnegie Mellon University. Autor/Co-autor de varios artículos de investigación, de los cuáles 9 son en revistas indexadas en el JCR, algunos capítulos de libro, y ponente en varias conferencias internacionales. Actualmente dirige la fundación del Centro de Modelado, Simulación y Optimización de Sistemas de la Universidad Francisco de Vitoria y es investigador activo de la Cátedra IRSST-UC3M: I+D+i para una transformación digital inteligente de la seguridad y salud laboral.

Recientemente ha recibido la acreditación de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y ha sido adjudicatario de una Ayuda Margarita Salas de Movilidad de Investigadores para visitar durante un año el Østfold University College.



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales



Introducción



- **Los Ingenieros matemáticos deben conceptualizar sistemas complejos.**
- **Deben entender el comportamiento dinámico de estos sistemas.**
- **Se encuentran con muchos casos reales de sistemas complejos.**
- **Debe haber un salto desde la teoría de sistemas complejos hacia la interiorización de estos como modelables y representables usando matemática y simulación.**
- **Este salto contribuye al desarrollo cognitivo y capacidades de los profesionales.**



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales

Introducción



- **¿Qué ocurre? – Debe haber educación “formal” -> Universidades/Academias**
- **Pero es necesario “situarse” en contextos reales que propicien la emergencia de conocimiento**
- **Debe haber, por lo menos: contexto, necesidad, fundamento teórico, guía/tutorización. Todo convergente en la práctica del “ingenio” de los alumnos en torno a la modelización de y operación con un sistema complejo**



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales

Introducción



- **Sistema complejo: partes + interrelaciones que propician comportamientos no evidentes a partir de la suma de las partes.**
- **Se caracterizan por presentar: interdependencia, diversidad, adaptabilidad de los agentes intervinientes, etc.**
- **Desafían los supuestos básicos de las teorías tradicionales reduccionistas**
- **Se acoplan mejor con un enfoque sistémico que abrace la emergencia de lo inesperado, la co-existencia de alternativas y la multiperspectividad.**



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales

Introducción



- **Un enfoque apropiado: Dinámica de Sistemas (System Dynamics).**
- **Marco metodológico+Lenguaje de modelado.**
- **Los problemas “reales” no son modificables.**
- **Hay costes y esfuerzos enormes asociados.**
- **Se pueden representar realidades complejas.**
- **Simular y comprender “mejor”.**
- **Entender futuros posibles de mejor manera -> Toma de decisiones.**



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales

Introducción

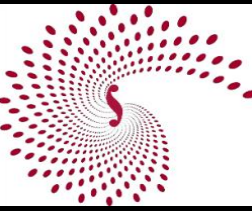


- **Una forma de entrar en el tema: The Beer Game.**
- **Ha sido ampliamente probado y evaluado.**
- **Objetivo: ilustrar el principio clave de que la estructura de un sistema produce el comportamiento.**
- **Los jugadores experimentan las presiones de desempeñar un papel en un sistema complejo y pueden ver los efectos a largo plazo durante el transcurso del juego.**
- **Cada jugador participa como miembro de un equipo que debe satisfacer las demandas de sus clientes.**

Introducción



- El objetivo del juego es minimizar el coste total de su equipo.
- En la sesión informativa estructurada que le sigue, el juego ilustra una serie de ideas sobre los sistemas de gestión que se generalizan más allá de los inventarios
- Jugar y hacer la discusión posterior al juego lleva un mínimo de algo más de dos horas.
- Esta sesión informativa es la parte más importante del juego puesto que es cuando se consolida el aprendizaje sobre la comprensión del comportamiento de los sistemas complejos a partir de la estructura identificada.



Introducción – Propósito del proyecto

- **Hacer uso del Juego de la Cerveza para introducir a los alumnos en la Dinámica de Sistemas, y posteriormente, tras tener un dominio mínimo, plantearles retos que permitan a los alumnos abordar problemas complejos de distinto tipo usando Dinámica de Sistemas.**
- **Hipótesis: Los alumnos pueden, por medio de la dinámica de sistemas, comprender el comportamiento y funcionamiento de un sistema complejo real de una manera más rápida y eficiente, con lo que la dinámica de sistemas termina siendo un catalizador del aprendizaje en el aula**

Objetivos

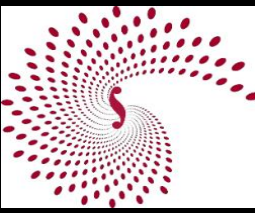


- **Evaluar el impacto del uso de la Dinámica de Sistemas como catalizador de aprendizaje en la conceptualización de problemas complejos.**
- **Dinamizar el aprendizaje sobre sistemas complejos por medio de la herramienta de juego “The Beer Game”.**
- **Representar el proceso de aprendizaje llevado a cabo por medio del lenguaje y estructura de la arquitectura cognitiva ACT-R (Adaptive Control of Thought—Rational).**



Desarrollo y plan de trabajo

- La realización de este proyecto de innovación docente implica los siguientes paquetes de trabajo (PT):
 - ● PT1: Diseño de los experimentos a ejecutar en clase.
 - ● PT2: Ejecución de los experimentos diseñados.
 - ● PT3: Diseño del experimento de evaluación de mejora del aprendizaje.
 - ● PT4: Análisis de los resultados obtenidos.
 - ● PT5: Difusión de los resultados de la innovación docente.



PT1: Diseño de los experimentos a ejecutar en clase

- La experimentación en el aula requiere que se definan los desafíos sobre los que los alumnos deben trabajar. En este paquete de trabajo se construirán los enunciados de los desafíos, se definirá el material instruccional complementario, se planteará e objetivo concreto de cada sesión de trabajo, se buscará y filtrará la información descriptiva de los problemas complejos que los alumnos deben estudiar.
- El producto esperable de este paquete de trabajo son los documentos formales con los enunciados de los ejercicios a realizar por los alumnos, las preguntas a responder y las instrucciones de realización de los experimentos.



PT2: Ejecución de los experimentos diseñados.

- Experimentación en clase.
- Interacción alumno-profesor.
- Tareas y desafíos serán ejecutados.
- El feedback es el elemento clave.
- Se generarán informes de los grupos de trabajo con: narrativa del sistema complejo, elementos críticos del sistema dinámico, estimación inicial del comportamiento dinámico.

PT3: Diseño del experimento de evaluación de mejora del aprendizaje.



- Se pretende medir el impacto de uso del juego de la cerveza como catalizador de aprendizaje sobre DS.
- Diseño de desafío de modelado de sistemas.
- Dos grupos: uno con el Juego de la cerveza y otro sin el juego de la cerveza.
- Los resultados de los desafíos, junto con la información sobre los perfiles y contexto de los participantes, se empaquetará y almacenará para su posterior análisis.



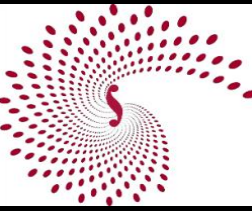
PT4: Análisis de los resultados obtenidos.

- Se pretende el análisis de toda la información colectada a partir de la ejecución de los paquetes de trabajo.
- comprobar la validez de la hipótesis de que el uso del juego de la cerveza como catalizador del aprendizaje sobre Dinámica de Sistemas tiene un efecto positivo en el aprendizaje de los alumnos y en la calidad de los modelos de sistemas complejos que estos son capaces de construir.
- El resultado es un reporte con la información y estadísticas de los experimentos realizados, de manera que se pueda propiciar el debate y discusión sobre la validez del experimento.

PT5: Difusión de los resultados de la innovación docente.



- Este paquete de trabajo se enfoca en la redacción de documentos de difusión sobre los experimentos.
- Concretamente, se propone la escritura de un paper reportando los resultados del experimento, para ser enviado a la conferencia EDULEARN 2022 (14th annual International Conference on Education and New Learning Technologies)(IATED, 2022).



Ejecución del proyecto

Paquete de Trabajo	Segundo semestre del curso 2021-2022															
	Semana															
	Anterior a inicio de semestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Posterior a fin de semestre
PT1	X	X	X	X												
PT2					X	X	X	X								
PT3						X	X	X	X	X						
PT4												X	X	X	X	X
PT5													X	X		X



Evaluación del impacto: metodología de evaluación, recogida y análisis de datos.



- Aprendizaje de los alumnos sobre tópicos de modelado haciendo uso de DS.
- Medible por medio del experimento a ejecutarse en el paquete de trabajo 3, y los resultados se evidenciarán en el análisis que se obtendrá en el paquete de trabajo 4.
- En esencia, la existencia de un grupo de control y el diseño del experimento conllevarán a concluir sobre la viabilidad de uso del juego de la cerveza como herramienta eficiente para incentivar el aprendizaje colectivo, la *co-creación* de conocimiento, y el modelado por medio de equipos.



SESGE
Sociedad Española
de Sistemas Generales

Evaluación del impacto: metodología de evaluación, recogida y análisis de datos.



- Encuestas.
- Preguntas específicas para medir el nivel de conocimiento sobre DS.
- Se quiere medir la capacidad de los alumnos para manejar la terminología, la construcción, etc.
- Se contrastarán los resultados de los grupos que intervengan.
- El análisis de datos estará caracterizado por una componente cuantitativa, enfocada en el contraste estadístico de hipótesis, y una componente cualitativa enfocada en la percepción de los alumnos sobre los contenidos y el proceso de aprendizaje, y en la percepción de los ejecutores del experimento sobre la experiencia como tal.

¡GRACIAS!

- Dr. Germán Lenin Dugarte Peña
- Universidad Francisco de Vitoria.
- Email: germanlenin.dugarte@ufv.es

