

# Micromundos de Aprendizaje: una herramienta para la toma de decisiones en ambientes de alta complejidad

Gloria Pérez Salazar  
EGAP, Gobierno y Política Pública  
Tecnológico de Monterrey  
gloria.perez@itesm.mx

## Resumen

El presente trabajo muestra la experiencia del diseño de micromundos de aprendizaje en el curso Modelación de Escenarios. Se describe la experiencia llevada a cabo en el curso y se presentan además los resultados de un estudio exploratorio llevado a cabo con el objetivo de evaluar la utilidad de los micromundos en ambientes de alta complejidad.

**Palabras clave:** Micromundos, modelos de simulación, dinámica de sistemas, escenarios.

## 1 Antecedentes

Las organizaciones en la actualidad están enfrentando situaciones cada vez más complejas y dinámicas. El tomador de decisiones en un ambiente de tal complejidad requiere de herramientas que lo ayuden a lidiar con dicha complejidad para enfrentarla estratégicamente. Esto requiere dimensionar el impacto de factores tanto exógenos como endógenos en el desempeño de la organización en un horizonte de mediano largo plazo que le permitan salir de la trampa a la que conducen soluciones rápidas con beneficios evidentes, pero con tremendos riesgos ocultos debido a la naturaleza no lineal de los sistemas complejos.

Este es precisamente el campo de estudio del curso Modelación de Escenarios, en la cual los estudiantes aprenden una metodología que tiene como premisa la aproximación sistémica en el estudio de los fenómenos complejos y su representación en un modelo de simulación dinámica.

El curso ha sido exitoso en el logro de las intenciones educativas propuestas, pero existe un área de oportunidad para convertir los modelos de

simulación, diseñados por los alumnos, en una experiencia de aprendizaje para ese tomador de decisiones que no necesariamente conoce de la técnica de las características técnicas del modelo.

Para que el tomador de decisiones pueda hacer uso y tener un poco más de claridad del sistema complejo con el que está interactuando, necesita de un micromundo de aprendizaje [1]. Este micromundo será un laboratorio de aprendizaje en el cual el tomador de decisiones pondrá a prueba los supuestos de su modelo mental en el que podrá visualizar el impacto de una decisión en el presente en un horizonte futuro. De esta forma, estará en la posibilidad de crear escenarios dinámicos ya que podrá ajustar los supuestos dependiendo de los cambios en tendencias o bien factores endógenos del sistema.

## 2 Justificación

El que los alumnos sean capaces de diseñar tales micromundos utilizando software especializado les ayudará a desarrollar sus capacidades de análisis y síntesis así como a comunicar los resultados de su intervención en el ámbito de la prospectiva de una manera contundente. En este sentido, los alumnos van a aprender no solo a

diseñar modelos con un alcance técnico, sino que tendrán la posibilidad de llegar al siguiente nivel de convertir su modelo en un real laboratorio de aprendizaje para el tomador de decisiones. Por otro lado, cada proyecto de intervención de los alumnos podrá ser capitalizado en un acervo de micromundos de aprendizaje que podrá ser consultado por alumnos de futuras generaciones y personas interesadas en las temáticas correspondientes.

La experiencia en semestres anteriores conduce a pensar que los alumnos se sienten atraídos por este tipo de herramientas tecnológicas, involucrándose intensamente en el desarrollo de su modelo de simulación. Tal inmersión en el proceso conduce a que, al final del proyecto, los alumnos terminan con la convicción de que su modelo es realmente útil para aprender del sistema complejo que están modelando.

Se revisa a continuación literatura relevante en torno a los procesos de aprendizaje en ambientes de alta complejidad y el rol de los modelos de simulación y micromundos en este contexto.

### **3 Marco Teórico**

Muchos de los problemas más críticos a los cuales se enfrentan actualmente los tomadores de decisiones son aquellos que parecen ser aparentemente insensibles a las políticas de decisión diseñadas expresamente para atacarlos [2]. Cuando los tomadores de decisiones se

enfrentan a problemas de esta naturaleza, se sienten atrapados en una telaraña ya que generalmente un problema no es sino el síntoma de otro más profundo y, por lo tanto, se encuentran ante el eterno dilema del huevo o la gallina.

Estos problemas se presentan debido a la complejidad, la cual ha sido abordada por diferentes autores y desde diferentes perspectivas. Sterman [1] establece que la complejidad no está determinada por el número de variables del fenómeno a estudiar, sino en función del grado de interacción entre ellas y la percepción que el tomador de decisiones tenga a cerca del fenómeno [3]. Esto se traduce en que un individuo puede percibir un problema en el presente pero, dado el nivel de complejidad, podría atribuir que las causas que lo provocan están cercanas en tiempo y espacio, proponiendo una solución en este sentido. Esto podría provocar una reacción contraintuitiva en el sistema, es decir, el sistema reaccionará en forma contraria a lo que el tomador de decisiones esperaría al aplicar la solución, ya que las causas originales no son producto del corto plazo [2]. Otras características que presentan los sistemas complejos son las siguientes [4]: situaciones altamente acopladas, fenómenos en continuo movimiento los cuales se comportan de forma atípica y se resisten a alinearse a políticas generalizadoras, obvias y simplistas, y su comportamiento causa-efecto cambia con el tiempo.



**Figura 1.** Barreras para el aprendizaje [1]

Sterman [5] apunta que las principales barreras para el aprendizaje en ambientes en los que predomina el cambio acelerado tienen que ver con una percepción ambigua y poco adecuada de los ciclos de retroalimentación que imperan en el sistema, así como las habilidades limitadas de las personas para simular mentalmente las dinámicas que operan en la complejidad. La Figura 1 muestra que el tomador de decisiones, operando en tiempo real, requiere tomar decisiones para resolver problemas. Estas decisiones estarán determinadas por la información que proviene del mundo real, por sus ideas e intuición producto de sus modelos mentales, mismos que van a condicionar las reglas y estructura que se materializarán en una decisión particular para resolver un problema. Sin embargo, la naturaleza de los sistemas complejos conduce a que se presenta la complejidad dinámica, provoca que causa y efecto no estén necesariamente cercanos en tiempo y espacio, por lo que no se va a poder dimensionar qué tan efectiva fue esa decisión para

atacar el problema, ni los efectos contraintuitivos, generalmente adversos, que ésta pudo provocar en el sistema.

Se requieren entonces de métodos que permitan salvar estas barreras [1], los cuales deben considerar (1) herramientas para elicitar el conocimiento, las cuales permitan considerar las diferentes percepciones de los tomadores de decisiones y crear mapas que representen la estructura de los ciclos de retroalimentación que están operando en el sistema; (2) modelos de simulación y simuladores de vuelo orientados a la administración que permitan evaluar las dinámicas de los modelos causales y probar nuevas políticas; y (3) métodos que ayuden a mejorar las habilidades de razonamiento científico, fortalezcan los procesos de grupo y ayuden a desarticular las rutinas de defensa organizacional de individuos y equipos.

Esta propuesta va en consonancia con lo que Kim y Senge [6] establecieron sobre la Dinámica de

Sistemas y el aprendizaje organizacional: la clave para que se dé este último tiene que ver con el aprendizaje que se genera cuando las personas toman decisiones. Si estas no pueden ver el efecto de las mismas en el tiempo, difícilmente podrán aprender de ellas y ajustar la estructura del sistema para tener resultados más efectivos de tal forma que el problema que se quiso resolver ya no se presente.

Este es precisamente el beneficio de los micromundos de aprendizaje, los cuales son en esencia una representación “mundo virtual” que permitirá al tomador de decisiones poner a prueba estrategias –basadas en su experiencia, intuición e información incompleta- y ver el efecto de las mismas antes de sacarlas al mundo real [7]. Este mundo virtual descansa sobre un modelo de simulación, el cual captura la dinámica del sistema complejo. Es importante mencionar que la Dinámica de Sistemas no es la única metodología centrada en el uso de modelos de simulación, pero si una de las más adecuadas para representar la complejidad dinámica [8].

Es en este contexto que surge la pregunta: ¿será realmente el micromundo de aprendizaje útil para aquellos que están tomando decisiones en la vida real en ambientes de alta complejidad?

Se presenta a continuación el contexto y características del diseño a través del cual se llevó a cabo el estudio.

## 4 Metodología

El curso en el cual se llevó a cabo esta investigación es Modelación de Escenarios, el cual forma parte del programa de la maestría en Prospectiva Estratégica. Los contenidos de dicho curso están diseñados para que los alumnos desarrollen capacidades en torno al diseño de modelos de simulación para la generación de escenarios dinámicos, lo cual se lleva a cabo en

equipos de trabajo utilizando la técnica didáctica de POL. Al final del semestre, los alumnos terminan con un modelo de simulación de una problemática compleja, que ellos seleccionaron, y con un análisis de escenarios realizado con el modelo de simulación.

En el contexto de este proyecto, se pidió a los alumnos del curso que diseñaran un micromundo de aprendizaje, es decir, una interfaz amigable que le permitiría a los usuarios interactuar con el modelo sin requerir conocimientos previos de diseño de modelos de simulación. Es importante mencionar que el llevar el modelo de simulación a usuarios que no se involucraron en su diseño fue una innovación en el curso, la cual fue recibida con interés y entusiasmo por parte de los alumnos.

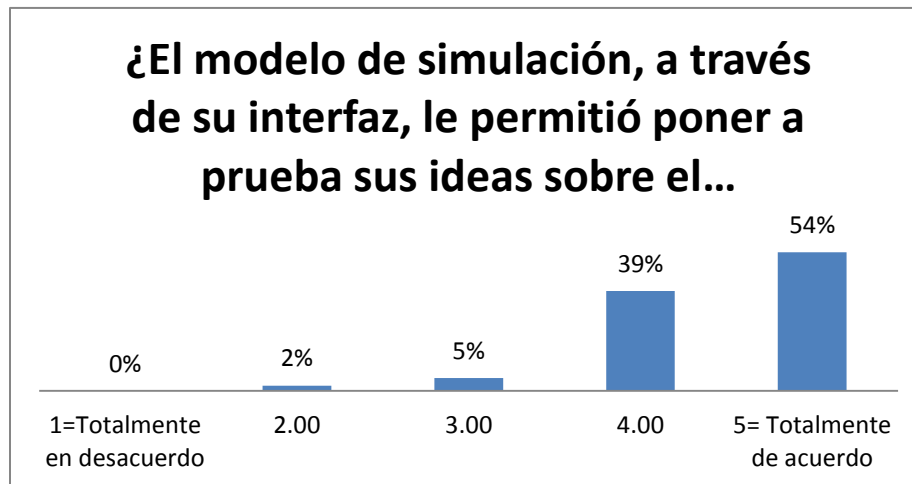
Una vez diseñado el micromundo, los alumnos seleccionaron una muestra de usuarios, tomando en cuenta que fuesen personas que estuviesen familiarizadas con la situación compleja abordada por el proyecto en cuestión. A esta muestra se le pidió que interactuase con el micromundo y posterior a esto que completaran un cuestionario.

A continuación se describen los resultados obtenidos de la investigación.

## 5 Implementación y Resultados

De la muestra consultada, el 100% de los participantes refirió que la interfaz del modelo de simulación les permitió comprender la complejidad del fenómeno que se quería representar.

También se analizó si los participantes consideraron que la interfaz del simulador les permitió la libertad de probar sus ideas en cuanto al comportamiento del sistema en estudio, y los resultados que se muestran en la gráfica 5 son prácticamente todos a favor, otorgando así más bondades a la herramienta.



**Figura 2.** Nivel de libertad de ideas sobre el desempeño del sistema [9].

Además se les preguntó si la interfaz les permitió reflexionar sobre estrategias de mejora para el problema en estudio, teniendo también respuestas afirmativas casi en la totalidad de los casos como se puede ver en la Figura 2.

La mayoría de los participantes también mencionaron que a través de micromundos de aprendizaje es posible un mejor entendimiento de los modelos mentales, permitiendo la capacidad de ajustar los supuestos hechos antes del uso del simulador.

## 6 Conclusiones y Capitalización

A partir de esta muestra se puede concluir que los micromundos de aprendizaje son una herramienta útil para quienes están familiarizados con el problema bajo estudio, aún y cuando no hayan usado simuladores anteriormente, permitiendo comprender la complejidad del fenómeno en cuestión, reflexionar sobre las estrategias de mejora y ajustar los supuestos de los modelos mentales para mejorar la toma de decisiones.

Los resultados de esta investigación, si bien se quedan en un nivel descriptivo, dan cuenta que es importante seguir desarrollando investigación en torno al impacto de herramientas para la toma de decisiones que hagan uso de la tecnología, como es el caso de los micromundos de aprendizaje. El estudio realizado mostró también que es posible, con el apoyo de este tipo de herramientas, facilitar

el proceso de aprendizaje y la toma de decisiones en ambientes complejos.

Como se está viviendo la era tecnológica, es importante investigar las diferentes herramientas que se van desarrollando a través del tiempo para actualizar procesos y mejorar la toma de decisiones en un mercado competitivo. Esto nos permite proponer el que este tipo de contenidos y experiencias sean transferidos a otros programas académicos, ya que la toma de decisiones en ambientes complejos es inherente a cualquier profesión.

## 7 Referencias

- [1] Sterman, John, (2000). *Business Dynamics*. Irwing-McGraw Hill. New York.
- [2] Forrester, J. (1971). Counterintuitive behavior of social systems . *Theory and Decision*, Vol. 2 No. 2 109-140.
- [3] Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9: 113–133.
- [4] Scheel, C. (1998). *Modelación de la Dinámica de Ecosistemas*. México D.F: Trillas.
- [5] Sterman, J. (2006). Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review*, Vol. 10, Issue 2-3, pp 291-330.

[6] Kim, D. H., & Senge, P. M. (1994). Putting systems thinking into practice. *System Dynamics Review*, 10: 277–290.

[7] Milling, P. (1998). Modeling innovation processes for decision support and management simulation. *System Dynamics Review*, 12: 211–234.

[8] Maier, F. H., & Größler, A. (2000). What are we talking about?—A taxonomy of

computer simulations to support learning. *System Dynamics Review*, 16: 135–148.

[9] Pérez Salazar, G. & Leal Garza A (2013). Abordando la complejidad a través de modelos de simulación. *Memorias del VII Congreso de Investigación y Gestión Educativa*.