

Innovación Curricular en Ingeniería: Juegos Estratégicos en Dinámica de Sistemas

Curriculum Development in Engineering:
Strategic Games in System Dynamics

10



Santiago Arango Aramburo, PhD. saarango@unal.edu.co. Postdoctorado, University of Lugano. Doctor en Ingeniería- Dinámica de Sistemas, University of Bergen. Profesor Asociado Escuela de Sistemas.

Sindy Johana Martínez Marín. sjmartin@unal.edu.co. Estudiante de Maestría en Ingeniería de Sistema. Ingeniería Industrial.

Jessica Arias Gaviria. jariasg@unal.edu.co. Estudiante de Ingeniería Química. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

Resumen—La innovación curricular en ingeniería surge como necesidad de crear nuevas prácticas pedagógicas integrales que permitan acelerar el proceso de aprendizaje sistemático, incrementar la efectividad del mismo y fortalecer el desarrollo de competencias transversales. En la asignatura Dinámica de Sistemas de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), se implementó este tipo de prácticas a través de la realización de juegos estratégicos que involucran la participación de estudiantes. En este sentido, se desarrolló el Juego de la Cerveza (TheBeerGame) y Banco de Peces (Fish Bank). Los resultados de esta aplicación evidencian desconocimiento de la complejidad dinámica y visión sistémica en la toma de decisiones, añadido a la no comprensión de efectos de retardos, identificación e interpretación de ciclos de realimentación, dificultad de trabajo en equipo y modelos de cambio de decisión bajo presiones endógenas y exógenas. El proceso de aprendizaje a través del proceso de realimentación de estas prácticas, mejora las habilidades técnicas y competencias transversales en los estudiantes de ingeniería.

Palabras Clave—Innovación Curricular, Metodologías de Aprendizaje, Aprendizaje Sistemático, Dinámica de Sistemas, Toma de Decisiones.

Abstract—The curriculum development in engineering arises as a need to create new integral pedagogical practices that allow accelerating the systematic learning process, to increase its effectiveness, and reinforce the development of transferable skills. This kind of practices was implemented in the form of games with the students of the System Dynamics course. The Beer Game and Fish Banks game were developed. The results show ignorance of the dynamic complexity and systemic view in decision making, incomprehension of delays, poor identification and interpretation of feedback loops, difficulty of teamwork and models of change of decision under different endogenous and exogenous pressure. The feedback and results discussion of the games allow the learning of those elements.

Keywords—Curriculum Development, Learning Methodologies, Systematic Learning, System Dynamics, Decision-Making.

1. INNOVACIÓN CURRICULAR EN INGENIERÍA

La innovación curricular en los programas de ingeniería surge en torno a la necesidad de cumplimiento con el perfil profesional que requieren las empresas de los egresados, el cual, cada vez es más exigente en cuanto a la formación y desarrollo de capacidades competitivas del personal. Estudios anteriores [1] demuestran la demanda del entorno laboral de personas con alto nivel de desarrollo de competencias transversales. Se consideran competencias transversales a aquellas que las personas necesitan utilizar en diversos contextos de la vida cotidiana, tanto en el profesional, como en el académico y personal [2].

Ante estos cambios en las necesidades del mercado, las Instituciones de Educación Superior (IES) están en la obligación de comprometerse con la formación de profesionales, técnicos y tecnólogos que aporten soluciones efectivas a tales requerimientos y problemas. Para ello, deben implementar nuevas metodologías de educación como las implementadas por el proyecto C-Pro (Competencia para el Progreso de la Educación Superior) en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede

Medellín, asaber: El Modelo Trekker, tutorías e innovación curricular [1], las cuales están direccionadas a mejorar el nivel de desarrollo de competencias transversales de los estudiantes y egresados, y a fortalecer la calidad de los programas académicos ofrecidos. En el cumplimiento de tales objetivos es indispensable establecer trabajo colaborativo con los profesores, estudiantes, egresados y empresas.

Los egresados son fuente de información externa que ofrece una gran realimentación a las IES con sus experiencias e identificación de fortalezas y debilidades en su formación profesional. Por su parte, los estudiantes se convierten en el público objetivo para la evaluación de la implementación de estas nuevas prácticas de aprendizaje y desarrollo de competencias transversales. Mientras que las empresas aportan sus conocimientos y requerimientos técnicos a las universidades en relación a la calidad de formación académica y personal de sus egresados. Por tanto, es menester el fortalecimiento de vínculos Universidad-Empresa, a través de creación de alianzas estratégicas y desarrollo de proyectos de investigación



colaborativos que impacten la sociedad de mercado con productos innovadores y profesionales capacitados para responder a las necesidades del entorno. Este tipo de alianzas y vínculos cobra importancia en los últimos días [3], aprovechando al máximo los recursos disponibles de ambas partes. Además, el establecimiento de estas relaciones conforma la base del desarrollo de nuevas investigaciones.

La Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en su proceso de cumplimiento con las necesidades del mercado, ha implementado además de las metodologías implementadas por el proyecto C-Pro, el progreso metodológico en el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) y la implementación de juegos dinámicos basados en estrategias que propicien el fortalecimiento de la formación integral del estudiante. El uso de estos juegos como táctica de aprendizaje permite al estudiante aplicar los conocimientos técnicos a situaciones en donde requiere además de competencias de trabajo en equipo, tomar decisiones y desarrollar planes y estrategias de trabajo.

En este artículo se presenta el caso de la asignatura Dinámica de Sistemas, la cual se ha enfocado a la realización de juegos de estrategia y análisis sistémico como complemento a las clases magistrales y al uso de laboratorios de modelamiento; lo anterior con el objetivo de acelerar el aprendizaje académico, organizacional y el desarrollo de competencias transversales. A continuación se presentan los casos: "El Juego de la Cerveza" (TheBeerDistributionGame) [4] y "Banco de Peces" (Fish Bank) [9], sus alcances, metodología, apreciaciones de los estudiantes y resultados generales.

2. EL JUEGO DE LA CERVEZA (BEER GAME)

2.1 OBJETIVOS:

-Evidenciar la presencia de racionalidad limitada humana e incapacidad de realizar simulaciones mentales que afectan el proceso de toma de decisiones.

- Desarrollar en el estudiante capacidades de comprensión y aplicación de competencias transversales instrumentales, interpersonales y sistémicas, como el trabajo en equipo, gestión por objetivos y toma de decisiones.

-Aplicar un caso común en el mundo empresarial que permita conocer e identificar aspectos de la dinámica bá-

sica de los sistemas, además del estudio del macro comportamiento del sistema desde la microestructura.

-Demostrar los efectos colaterales de las decisiones por no tener en consideración retardos de información y material, retroalimentaciones e interacciones entre los actores del sistema.

2.2 DESCRIPCIÓN:

El juego de la cerveza se desarrolló inicialmente en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) como paso introductorio de los estudiantes de la escuela de administración SLOAN a los conceptos de dinámicas de la economía y simulación de sistemas y computación [4]. Esta herramienta didáctica se ha utilizado en más de 5 décadas y ha sido jugado por cientos de personas alrededor del mundo. "El Juego de la Cerveza" (TheBeerDistributionGame) consta de un problema simple de administración de inventarios de la cadena de suministros de la industria cervecera [4], considerando las relaciones existentes entre minoristas (Retailer), mayoristas (Wholesaler), distribuidores (Distributor) y fábrica (Factory); quienes deben satisfacer las necesidades de demanda de un mercado particular. Este sistema es altamente influenciado por la presencia de no linealidades, múltiples retardos de información y material, e interacción de diversos actores que agregan complejidad dinámica al sistema.

Para participar en el juego, no se requiere de especialización ni conocimientos adicionales a los cálculos básicos de la aritmética. Los flujos de material e información del juego se muestran en la figura 1.

Los pedidos de cada uno de los actores se realizan cada semana de acuerdo a una demanda aparentemente desconocida. El objetivo principal es minimizar los costos totales de la cadena de suministro, controlando el nivel de inventario a partir de los pedidos. Los costos se asocian a la cantidad de unidades en inventario y faltantes (demanda insatisfecha) en el sistema. Las unidades faltantes acarrearán el doble valor de costos por unidad que el mantenerla en inventario. En este sentido, se debe cumplir con la administración del inventario de manera que se minimicen los costos totales de la compañía durante ciertos periodos de tiempo establecidos.

Cada actor cuenta con un inventario inicial de 12 cajas de cerveza y por las primeras cuatro semanas deben satisfacer una demanda constante de cuatro unidades, lo que demuestra que cuentan con inventario disponible para

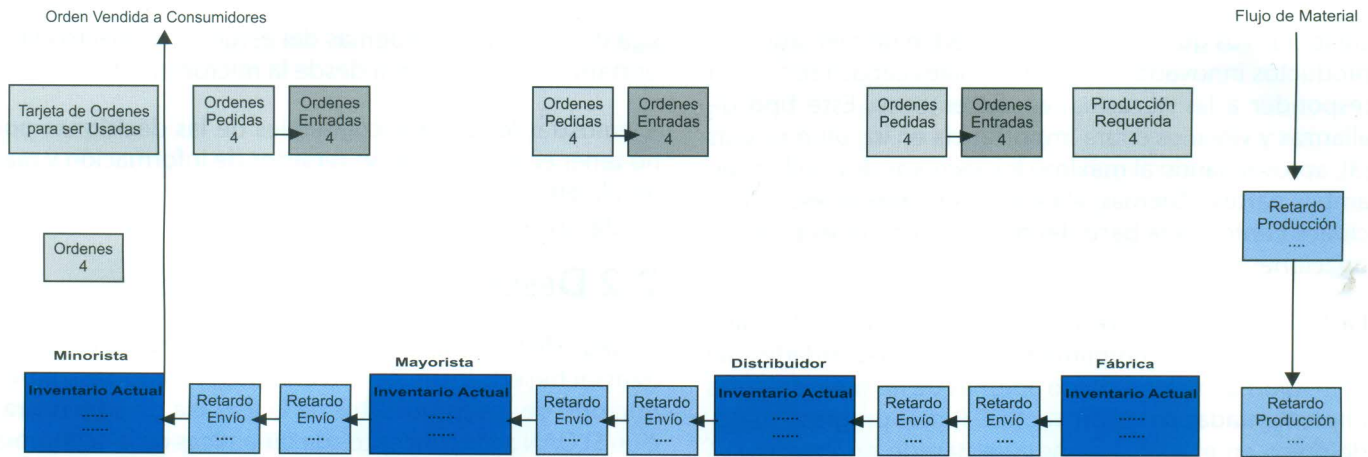


Figura 1. Proceso Juego de la Cerveza. Fuente: Sterman, 1989

satisfacerla totalmente. Los actores deben pedir a sus proveedores exactamente la cantidad demandada. Luego de las cuatro primeras semanas la demanda sufre un aumento del 100%, pasa de cuatro cajas/semana a ocho cajas/semana y de allí en adelante permanece constante. Sin embargo, los actores pueden empezar a pedir de manera libre la cantidad deseada. El tiempo transcurrido desde la orden de un pedido hasta que esté disponible para la entrega al cliente es de una semana, considerado tiempo de retardo.

2.3 IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS:

El juego está diseñado para la participación de cuatro personas, donde cada uno representa el rol de cada actor en el sistema. Los participantes tienen suficiente información local con restricciones en la información global, es decir, pueden tener conocimiento de su inventario y de los pedidos realizados por sus clientes pero no pueden conocer el comportamiento del manejo de inventario del sistema total.

Los resultados generales del desarrollo del Juego de la Cerveza (TheBeerDistributionGame) en cada una de sus aplicaciones, son muy similares en cuanto al comportamiento de los participantes debido a la acción de tomar decisiones sin considerar efectos de retardos ni de realimentación con las decisiones de los demás actores, lo que aleja los resultados obtenidos del resultado óptimo hasta en un 700% aproximadamente. En este sentido el valor promedio obtenido en los juegos es de \$2000 y el óptimo de \$200.

La reacción de los jugadores al conocer sus resultados y la diferencia con el valor óptimo es atribuir tal comporta-

miento al desconocimiento y variabilidad de la demanda. El grado de desconcierto y asombro por parte de los participantes aumenta cuando se demuestra que la demanda es constante. Esta reacción se valida con el comportamiento que presentan la mayoría de las personas ante un problema: buscar causas en factores exógenos, sin comprender que los resultados obtenidos solo es consecuencia de nuestras propias decisiones y de las interrelaciones con las formas de actuación de los demás.

2.4 EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN:

El problema de administración de inventarios es un problema simple y el cual aplicamos con frecuencia en el desarrollo de nuestra vida. En la administración de nuestros recursos financieros y en el control de entradas y salidas de personas de un determinado lugar, se evidencia la aplicación de este problema particular. Entonces, la causa de los resultados obtenidos no puede asociarse al desconocimiento del comportamiento del sistema, ni a la complejidad de su solución sino a las debilidades que presentan las personas ante el entendimiento de los comportamientos dinámicos.

Las interrelaciones con demás actores o entidades en el sistema agregan complejidad dinámica, dificultando la comprensión de los problemas desde una visión sistémica.

Estudios anteriores soportan los resultados obtenidos. Hogart (1981) explica que el fenómeno de incompreensión e incapacidad de identificación de relaciones causa-efecto no solo está presente en la toma de decisiones administrativas y personales [5]. Los problemas de cambio



climático y contaminación que se evidencian hoy surgen como consecuencia de actos pasados que no se analizaron sistemáticamente, ni se consideraron los efectos colaterales asociados. Por su parte Coleman (1987) explica que la única forma de integrar áreas como la psicología y economía en la toma de decisiones estratégicas a nivel administrativo es pasando del micronivel al estudio de la macroestructura del sistema [6].

Otro factor que explica las causas de la inestabilidad del sistema lo establece la racionalidad limitada humana, evidenciado por limitaciones cognitivas, informacionales y temporales, produciendo un comportamiento que difiere de las predicciones de los modelos racionales [7,8]. Lo anterior refleja nuestra dificultad para realizar simulaciones mentales. Este aspecto se evidenció en el desarrollo del juego de la cerveza (TheBeerDistributionGame), que los participantes no contemplaron los retardos en el tiempo de llegada de los pedidos anteriores, pidiendo cada vez más unidades para dar respuesta al comportamiento de la demanda, sin considerar como consecuencia el sobre stock de mercancía que se veía acumulando desde semanas (pasos) atrás. Por tal comportamiento, se puede concluir que no somos conscientes de los efectos de las decisiones que tomamos día a día.

Las conclusiones de realimentación por parte de los participantes son positivas. Se demuestran aspectos importantes de complejidad dinámica, visión sistémica, incapacidad computacional, racionalidad limitada y efectos de retardos y realimentaciones, proporcionándoles bases para el inicio del proceso de “ver el mundo de una manera diferente”, y aplicar estas experiencias no solo al campo laboral y profesional, sino a todos los aspectos de la vida misma.

En el desarrollo del juego, al principio se presentó un ambiente de calma pero luego se tornó en un ambiente de turbulencia, frustración y a la merced de los eventos del entorno, porque en los últimos periodos los jugadores no eran conscientes de las decisiones que tomaban. Adicionalmente, los participantes mencionan que es difícil la toma de decisiones sin tener una comunicación clara con el resto del equipo, lo que impide el establecimiento de estrategias que conduzcan al cumplimiento del objetivo común.

La importancia de la realización de este juego en el entorno académico como actividad perteneciente al campo de innovación curricular se centra en mostrar los resul-

tados de la simulación y la importancia de su utilización en estas prácticas; además conocer posibles patrones de comportamiento del mundo empresarial, considerando los efectos de las decisiones y formas de actuación de los agentes bajo diversas circunstancias. Los resultados obtenidos se validan con situaciones reales, ya que es posible que los administradores de empresas en el mundo empresarial actual cometan los mismos errores que los participantes del juego al no considerar el sistema como un todo sino como partes individuales y aisladas.

2. EL JUEGO DE PECES (FISH BANKS)

3.1 OBJETIVOS:

- Desarrollar en el estudiante competencias transversales como trabajo en equipo, toma de decisiones, resolución de problemas y capacidad analítica.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura Dinámica de Sistemas y relacionarlos con el comportamiento de la población de peces.

3.2 DESCRIPCIÓN:

El juego Fish Bank [9] fue desarrollado inicialmente por Dennis L. Meadows, profesor de la universidad de New Hampshire y presidente del laboratorio de aprendizaje interactivo (LIL del inglés Laboratory of Interactive Learning). El objetivo principal del juego era informar a las personas sobre el uso eficiente de los recursos naturales, y era dirigido a directores de empresas, pero se ha utilizado en diferentes áreas del conocimiento como herramienta de educación [10].

El banco de peces está diseñado para jugar en equipos y consiste en administrar una flota pesquera durante un determinado periodo (generalmente simulación por 10 años). El objetivo del juego es maximizar utilidades asociadas a la administración de la flota. Cada equipo cuenta con un balance bancario inicial y una determinada cantidad de barcos que puede aumentar o disminuir durante el desarrollo del juego. El juego se ejecuta con ayuda del software Fish Bank [9] que realiza los cálculos necesarios y tabula los resultados de cada equipo durante cada ciclo.

La toma de decisiones de los equipos se basa en el reporte anual del año inmediatamente anterior. Con base en estos resultados los integrantes deben decidir sobre

la compra y/o venta de barcos, administración de la flota y estrategia de pesca considerando la información de la competencia. Al final de cada año se informa a los jugadores la cantidad total de barcos que están en costa y en mar profundo. A mayor número de barcos en el mismo lugar, la probabilidad de pesca disminuye.

En el desarrollo del juego, el moderador realiza presiones para la compra de barcos a través de subastas y demás negociaciones que motivan a los jugadores a aumentar la flota, haciendo que exista una sobrepoblación de barcos y reducción de la pesca, basado en las concepciones teóricas del arquetipo de "Tragedia de los Comunes" [11].

Para el cálculo de las utilidades se tiene en cuenta tanto el balance bancario como el valor de salvamento de cada bote. El balance bancario considera el balance del año anterior, la cantidad de peces capturados, el precio establecido por pez, el precio de compra o venta de barcos, los costos de operación de la flota y los intereses bancarios (+10% si el balance es positivo, -15% si es negativo).

Dentro de los factores exógenos que influyen en la pesca se resalta el impacto de la población de peces, la cual se ve afectada por la capacidad de regeneración. De igual forma el área o zona de pesca afecta significativamente la toma de decisiones en relación a los costos asociados y a la disponibilidad de peces. El clima es considerado de carácter aleatorio y es generado internamente por el software afectando la cantidad de peces en una determinada zona. El número de barcos es una variable exógena de importancia, pero a la que menos atención prestaron los equipos jugadores. Se considera que existe una relación inversamente proporcional entre el número de barcos y la cantidad de peces capturados por cada uno de ellos; además disminuye en igual sentido la capacidad de regeneración de peces.

3.3 IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS:

A continuación se muestran los resultados del juego Banco de Peces (Fish Bank) realizado con la colaboración de los estudiantes del curso Dinámica de Sistemas de la Facultad de Minas. En esta ocasión se contó con la presencia de 6 equipos, cada uno conformado por 8 estudiantes. Es de resaltar que el juego originalmente está planeado para realizar en grupos de máximo 4 personas, pero debido a la cantidad de estudiantes se optó por conformar grupos más grandes.

La interfaz del software de simulación solicita como datos iniciales la cantidad de equipos, botes y balance bancario

de cada equipo. A continuación se introduce la información correspondiente a las decisiones tomadas por cada equipo en cada año respecto a la cantidad de botes negociados en compra-venta y distribución de los mismos en las diferentes zonas de pesca. Finalmente, el software entrega los resultados anuales de cada grupo e información sobre el comportamiento de la población de peces. Cada equipo es informado sobre la cantidad de peces capturados en el año anterior, balance bancario, intereses pagados o recibidos, cantidad de botes disponibles para el año en curso y pesca total por zona en el año anterior.

Se calculó para cada año la cantidad total de peces y su comportamiento poblacional, al igual que la cantidad de botes ubicados en cada región. El comportamiento de estos resultados indica la toma de decisiones de los jugadores, además del sesgo asociado (Figura 6).

3.4 EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN:

Durante el desarrollo del Juego Banco de Peces en la asignatura Dinámica de Sistemas, se observó que solo uno de los grupos considero el comportamiento de la población de peces y su variación de acuerdo al número de botes para establecer estrategias de negocios y decidir al respecto. Este grupo al final del juego presentó el menor número de botes pero un mayor balance bancario. El resto de los grupos se preocupó principalmente por aumentar la flota, sin tener en cuenta las relaciones inversas entre las actividades de pesca y capacidad de regeneración de la población de peces, causando el inevitable agotamiento de recursos. Este comportamiento se asocia al fenómeno conocido como "Tragedia de los Comunes" [11].

La tragedia de los comunes se presenta en situaciones en las que los actores deben tomar decisiones se ven afectadas por las decisiones de otros que comparten un objetivo común u opuesto [12]. Estas condiciones pueden ocasionar conflictos entre intereses en el manejo de recursos, donde si todos apuestan al bien común, al final del proceso deben compartir tanto la utilización como las ganancias de los mismos. Este fenómeno explica el comportamiento que presentan la mayoría de los mercados, donde por ejemplo, al aumentar la rentabilidad y atraktividad en el mercado de un producto, mayor es el número de empresas que deseen fabricarlo, pero esta acción disminuye los precios, convirtiéndolo entonces en un producto de con bajos niveles de atraktividad, con base en la rentabilidad. La tragedia de los comunes está muy relacionada con el agotamiento de recursos naturales [9].

Las Figuras 6a, 6b y 6c muestran la preferencia de los



grupos de ubicar los botes en mar abierto, por lo que la población en esta zona tiende a disminuir a mayor velocidad que en la zona costera. Los grupos que se concentraron en observar el comportamiento de la competencia con relación al número de barcos ubicados en cada una de las zonas fueron los que al final obtuvieron los mayores beneficios.

En la realización de esta actividad didáctica se observó la dificultad de los equipos para establecer estrategias y decisiones direccionadas hacia el cumplimiento de la función objetivo, causando polémicas y opiniones encontradas. Estos últimos aspectos se convierten en un problema principal que interfiere la comunicación entre los miembros del grupo. El problema de comunicación no solo estuvo presente endógenamente, se evidenció también al momento de establecer relaciones con demás grupos para la compra y venta de barcos, demostrando la dificultad para establecer negocios y llegar a acuerdos benéficos para ambas partes, optando por desistir de esta modalidad de compra, y esperando las nuevas ofertas realizadas en las subastas propuestas por el moderador.

La dificultad de toma de decisiones bajo ambientes de alta presión es otro de los resultados importantes. En esta posición los integrantes del grupo evitaban opinar porque desencadenaban una polémica, por lo que mejor delegaban a unas cuantas personas (1 o 2) la toma de la decisión. Esta acción tiene resultados contraintuitivos que se tornan en conflictivos porque según los jugadores, los errores cometidos por el grupo era responsabilidad de la persona encargada, quien no tomó la decisión acertada.

Los comportamientos observados durante la realización del juego "Banco de Peces" (Fish Bank) tienen mucha similitud con la realidad del mundo laboral, donde unas cuantas personas que son incapaces de trabajar en equipo, escuchar a los demás, y brindar sus opiniones sin imposición, delegan la toma de decisiones importantes a otras personas. Los problemas de comunicación, trabajo en equipo, toma de decisiones, análisis de efectos de las decisiones, análisis endógeno y exógeno, y manejo de recursos son muy frecuentes en el mundo empresarial, académico y laboral.

La innovación curricular pretende enfrentar al estudiante a este tipo de ambientes, en donde deben desarrollar no solo habilidades técnicas propias de la formación profesional, sino también habilidades interpersonales y transversales. Por tal razón, en la Universidad Nacional (sede Medellín) se ha optado por la realización de este tipo de

juegos didácticos, que evidencian de manera explicativa y divertida tales comportamientos, conduciendo hacia el aprendizaje colaborativo.

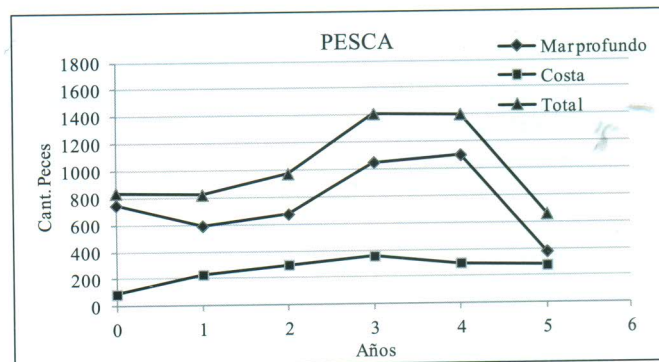


Figura 6a. Distribución de población de peces por zona. Fuente: Elaboración Propia

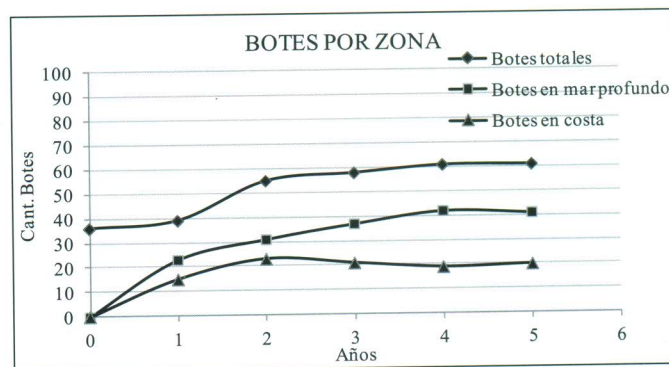


Figura 6b. Distribución de Botes por zona. Fuente: Elaboración Propia

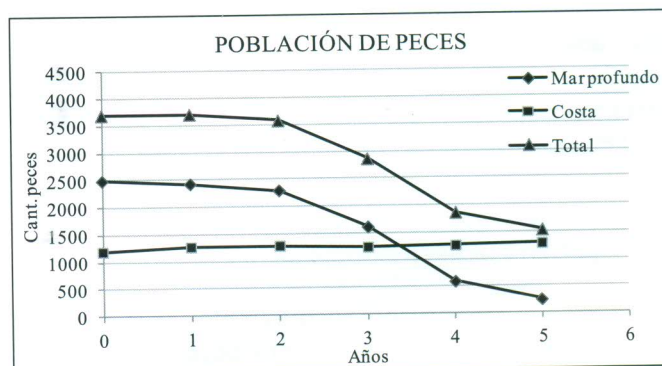


Figura 6c. Población de peces por zona. Fuente: Elaboración Propia

4. CONCLUSIONES

Es necesaria la retroalimentación de las actividades desarrolladas, de tal manera que los estudiantes puedan concluir y relacionar los conceptos teóricos aprendidos en la clase magistral con la situación planteada en el juego. Estas herramientas son un complemento a la metodología tradicional, su implementación conjunta fortalece la formación del estudiante.

La innovación curricular se hace cada vez más necesaria en los programas académicos de las instituciones de educación superior ante la necesidad de formar profesionales más competentes en el ámbito laboral. Para ello es necesaria la participación activa de las empresas, profesores e IES en el proceso de educación de los estudiantes. El uso de juegos que simulen una situación problema real es una buena estrategia de innovación.

La asignatura Dinámica de Sistemas ha venido utilizando juegos estratégicos para acelerar el aprendizaje académico, organizacional y personal. En el proceso de cumplimiento de estos objetivos, se han utilizado con mayor frecuencia el "Juego de la Cerveza" (TheBeerDistributionGame) y "Banco de Peces" (Fish Bank). Estos han mostrado ser útiles no sólo para el aprendizaje de la temática técnica del curso, sino también para el desarrollo y aprendizaje de competencias transversales como el fomento del trabajo en grupo y toma de decisiones.

La aplicación del "Juego de la Cerveza" (TheBeerDistributionGame) es un aplicativo didáctico que permite la comprensión de las barreras que limitan nuestro aprendizaje en el ámbito académico, organizacional y de competencias transversales. La realización de este juego permite ampliar la visión sistémica de los problemas, permitiendo encontrar soluciones efectivas y evaluando su impacto en el mismo sistema. La comprensión de nuestra racionalidad limitada humana se convierte en una base que propicia el uso de herramientas matemáticas y de simulación que soporten y faciliten la toma de nuestras decisiones.

Al desarrollar el juego de "Banco de Peces" (Fish Bank) se enfatiza la necesidad de realizar prácticas que propicien el trabajo colaborativo en equipo, la toma de decisiones considerando las variables del sistema y comprensión de los efectos de retardos y realimentaciones. Es indispensable

ble fomentar la utilización de herramientas metodológicas que faciliten la comunicación en los equipos de trabajos, ya que es una actividad con la que tenemos relación día tras día.

El uso de juegos de estrategias y la realimentación de las percepciones de los resultados por parte de los participantes potencializa la perspectiva de una visión holística de desarrollo del Pensamiento Sistémico. La asignatura de Pensamiento Sistémico como curso de posgrado, permite a los estudiantes tener una percepción del mundo real en términos de totalidades que faciliten la comprensión del sistema. El enfoque sistémico aplicado al estudio de las organizaciones plantea una visión inter, multi y transdisciplinaria que ayuda a la empresa en el proceso de formación integral, y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas organizacionales, causas y consecuencias.

5. REFERENCIAS

- [1] Ventura, M. Zapata, C. Arango, S. 2010. Herramientas para la Promoción y Desarrollo de Competencias Transversales en los Programas de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. ISBN: 978-958-44-7783-5. Medellín, Colombia.
- [2] York, M. 2006. Employability in Higher Education: What is - What is not. The Higher Education Academy. [En línea] http://www.heacademy.ac.uk/assets/York/documents/ourwork/tla/employability/id116_employability_in_higher_education_336.pdf
- [3] Londoño, L. 2005. Recomendaciones para la Formación de una Empresa de Desarrollo de Software Competitiva en un País como Colombia. Avances en sistemas e Informática, Vol 2. N° 1 pp. 41-52. ISSN 1657-7663. Centro de Investigación Avansoft s.a. Medellín, Colombia. [En línea] <http://pisis.unalmed.edu.co/avances/archivos/ediciones/2005/Londono05.pdf>
- [4] Sterman, J. 1989. Modeling Managerial Behavior: Misperceptions of Feedback in a Decision Making Experiment. Management Science, Vol.35, N°3, pp. 321-339.
- [5] Hogarth, R. 1981. Beyond Discrete Biases:



Functional and Dysfunctional Aspects of Judgmental Heuristics. *Psychological Bulletin*, Vol. 90, pp. 197-217.

[6] Coleman, J. 1987. Psychological Structure and Social Structure in Economic Models, in Hogarth & Reder. *Rational Choice: The Contrast between Economics and Psychology*, Universidad de Chicago.

[7] Simon, H. 1979. Rational Decision-making in Business Organizations. *Amer. Economic Review*, Vol. 69, pp. 493-513.

[8] Kahneman, D. Tversky, A. 1982. The Simulation Heuristic, in Kahneman et al., *Judgment under Uncertainty: Heuristics and biases*. Universidad de Cambridge.

[9] Meadows, D. Fiddaman, T. 2001. *Fish Banks Ltda*. University of New Hampshire: Institute for Policy and Social Science Research.

[10] Sierra, R. 2004. *Fish Banks*. University of Texas at Austin. Department of Geography. [En línea] http://www.utexas.edu/depts/grg/rsierra/env&soc/FishBanks/Briefing_RSM011404.pdf

[11] Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science Review*, Vol. 162, pp. 1243-1248.

[12] Castañeda, C. Giraldo, J. 2010. FISH BANKS: Una Aproximación desde la Teoría de Juegos. *Ingeniería Industrial, Actualidad y Nuevas Tendencias*, Vol. 2, N°4, pp.77-88. ISSN 1856-8327 [en línea] <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/VolIII-n4/art05.pdf>.