



**Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:  
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



# **JUEGO SERIO DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE PRODUCTIVIDAD**

**Guillermo León Carmona González, Mateo Márquez Gutiérrez, María Antonia Rodríguez Betancur,  
Camila Leal Ledesma, Mateo Betancur Hernández**

**Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia**

## **Resumen**

La productividad en Colombia es baja; en “Colombia se necesitan 4.5 trabajadores para realizar la misma actividad laboral que hace un solo empleado estadounidense”. Actualmente, Colombia ocupa el puesto 66 de productividad entre 144 países, según la medición realizada por el Foro Económico Mundial. Uno de los principales causantes de este rezago, y que recientemente ha capturado la atención en los debates de política pública, es el bajo nivel de productividad prevaleciente en el país. Por consiguiente, es importante comprender claramente el concepto de productividad y su impacto para que las empresas sean competitivas.

En la academia el concepto de productividad se trata en algunas materias, como es en el caso de administración de operaciones. Sin embargo, no queda suficientemente claro y no se alcanza a magnificar su importancia dentro de la empresa. Este concepto incluso se tiende a confundir con los conceptos de producción, eficiencia o eficacia. En este sentido se evidencia una necesidad para mejorar la comprensión de este concepto. El presente trabajo expone el desarrollo y los avances de un “juego serio”, que recrea una línea de producción, donde el usuario toma diferentes decisiones para ver su efecto en la productividad y utilidades de la empresa. Esta herramienta está diseñada para apoyar materias de administración de operaciones o aquellas donde se enseña el concepto de productividad.

**Palabras clave:** administración de operaciones; herramienta académica; productividad

## ***Abstract***

*Productivity in Colombia is low; "Colombia 4.5 workers are needed to perform the same work activity that makes one American employee". Currently, Colombia is ranked 66 among 144 countries productivity, as measured by the World Economic Forum. One of the main reasons for this lag, and recently captured the attention in public policy debates, is the low level of productivity prevailing in the country. It is therefore important to clearly understand the concept of productivity and its impact for businesses to be competitive.*

*In academia the concept of productivity is taught in some areas, as is in the case of operations management. However, it is not sufficiently clear and is not reached to magnify their importance within the company. This concept even tends to confuse the concepts of production, efficiency or effectiveness. In this sense a need is evident to improve the understanding of this concept. This paper presents the development and progress of a "serious game" that recreates a production line where the user takes different decisions to see its effect on productivity and profits of the company. This tool is designed to support operations management subjects or those where the concept of productivity is taught.*

***Keywords:*** *operations management; academic tool; productivity*

## **1. Introducción**

Según (Chase et al., 2009) "La productividad es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos un país, una industria o una unidad de negocios", por esta razón, la productividad se constituye en uno de los conceptos de gran importancia en el área de administración de operaciones. Es un indicador vital para la mejora continua de los procesos productivos.

Sin embargo, la enseñanza de este concepto es superficial y poco profunda, donde el estudiante no alcanza a magnificar su importancia dentro de las empresas. El concepto de productividad se tiende a confundir con los conceptos de producción, eficiencia o eficacia (Martínez, 1994).

La mala comprensión de este concepto se traslada a los ambientes empresariales, aplicando mal el concepto de productividad, generando malas interpretaciones que llevan a tomar decisiones equivocadas y por ende no se realizan: inversiones adecuadas, capacitaciones e incentivos al personal. Generalmente, esto se ve como un gasto y no se alcanza a visualizar como una inversión aumenta la productividad y por tanto las utilidades de la empresa. Esta mala interpretación, es uno de los factores que influyen en la baja productividad en Colombia, "se necesitan 4.5 trabajadores para realizar la misma actividad laboral que hace un solo empleado estadounidense" (Morales, 2014).

En la universidad EAFIT, el concepto de productividad se enseña en Pensamiento Sistémico, materia que hace parte del pregrado de Ingeniería de Producción. En dicha materia, este concepto se utiliza como indicador clave

para mejorar los sistemas, especialmente los industriales. Sin embargo, los estudiantes presentan dificultades para comprender dicho concepto y su impacto en las empresas, según reporta el docente de la materia.

Por otro lado, actualmente se reportan experiencias exitosas en el uso de “juegos serios”, juegos que tienen como objetivo principal la educación, entregar un mensaje, enseñar una lección o proveer una experiencia, antes que el entretenimiento (Michael et al., 2006). Según estos reportes, los juegos serios pueden ayudar a mejorar la motivación y comprensión de diversos temas (Rojas et al., 2000), (Salvat, 2009), (Sánchez et al., 2008), (Michael et al., 2006).

Lo anterior, promovió la exploración en el desarrollo de un “juego serio” para ser utilizado como herramienta de apoyo. En este juego el estudiante puede tomar diferentes decisiones y ver su efecto en la productividad de la empresa. De esta forma, el estudiante mejora su comprensión y profundización sobre la productividad.

Este trabajo presenta una descripción del juego serio, los principales factores que se tuvieron en cuenta para su diseño, el desarrollo de una versión en EXCEL® y su actual desarrollo en plataforma web, metodología utilizada y aplicación en clase. También se presenta los resultados de comentarios y sugerencias dadas por los estudiantes luego de su experiencia con el caso de estudio producto del videojuego, buscando evaluar su percepción sobre el potencial uso del juego como herramienta académica y motivadora.

## 2. Antecedentes

Son varias las experiencias que se han reportado sobre productividad. En el sector de maquinaria no eléctrica, (Rojas et al., 2000) exponen un modelo de productividad total Operativo basado en el Ciclo de Mejoramiento de Productividad que se compone de varias etapas, específicamente las de medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad basados en el modelo propuesto por David Sumanth. (Medina, 2007) expone el Modelo Integral de Productividad, el cual consiste en analizar los medios por los cuales se consiguen los máximos resultados cuando se optimiza la productividad; parte desde el análisis de la estrategia empresarial y considerando los segmentos objetivo, la mejor propuesta de valor para los clientes, las participaciones en el mercado proyectadas y las estrategias para lograrlo, definiendo el nivel de operación óptimo de la empresa y los recursos tangibles e intangibles realmente necesarios.

En cuanto a las experiencias sobre juegos serios reportadas se encontró el trabajo realizado por (Martinez et al., 2010) que busca demostrar cómo ha impactado el uso de la tecnología educativa en el salón de clase en el desempeño académico de los alumnos.

En el área de la administración de operaciones se reportan experiencias sobre el uso de herramientas académicas, especialmente en temas de logística y cadena de abastecimiento. The MIT Beer Game: juego para ilustrar algunos de los conceptos más importantes en la administración de una cadena de abastecimiento (The MIT Forum Supply Chain Innovation, 2009). Littlefield Technologies: es una simulación de un sistema de

manufactura bajo pedido en el cual los jugadores deben tomar decisiones sobre capacidad de producción, compra de materiales y control de inventarios con el objetivo de maximizar las utilidades del sistema (Responsive Learning Technologies, 1996). The Supply Chain Game: el juego se enmarca en una cadena de abastecimiento en el sector automotriz. (Alexopoulos et al., 2002).

Juego empresarial para la enseñanza de inventarios con demanda variable: es una herramienta académica propuesta para apoyar los cursos de gestión de inventarios (Carmona et al., 2010). Reparautos: en este juego el estudiante pone a prueba sus conocimientos sobre programación o secuenciación de operaciones (Carmona et al., 2013)

Sin embargo, en la literatura revisada no se encontraron herramientas académicas para apoyar el tema de productividad.

### 3. Metodología

Para el diseño y desarrollo del videojuego se realizaron los siguientes pasos:

**Revisión estado del arte:** se realizó una búsqueda y revisión de la literatura sobre juegos serios y productividad.

**Conformación equipo de trabajo:** se configuró un equipo de trabajo compuesto por el docente de la materia de Pensamiento Sistémico, tres estudiantes de Ingeniería de Producción y un estudiante de Ingeniería de Sistemas.

**Definición de objetivos pedagógicos:** el docente define los objetivos de aprendizaje al equipo de trabajo.

**Diseño situación a recrear:** con base en los objetivos de aprendizaje, el grupo de trabajo establece como situación a recrear en el videojuego, una línea de producción compuesta por dos centros de trabajo.

**Construcción prototipo:** se elaboró en Excel un prototipo funcional de la línea de producción. Este prototipo permitió al equipo de trabajo establecer con mayor detalle los requisitos para la construcción del videojuego. El prototipo se validó comparando el resultado de varios escenarios con los resultados teóricos.

**Creación caso de estudio:** basados en los datos arrojados por el prototipo funcional, se construye un caso de estudio, donde se presentan las dificultades económicas de una empresa de detergentes, y plantea algunas opciones que se han propuesto para superar el problema. Para buscar la solución, el estudiante asume el rol del Ingeniero de Producción, contratado por la empresa, para que desarrolle en Excel un modelo matemático que le permita evaluar diferentes opciones y seleccionar la más adecuada que contribuya a aumentar las utilidades y la productividad de la empresa

**Aplicación caso de estudio en clase:** el caso de estudio es utilizado como material de evaluación en la materia de Pensamiento Sistémico.

**Análisis impacto uso caso de estudio:** se analiza las conclusiones y comentarios reportados por los estudiantes en los trabajos, para evaluar su percepción sobre el caso de estudio.

**Desarrollo videojuego en plataforma web:** actualmente se está en desarrollo el videojuego para plataforma web, con base en el diseño del prototipo.

#### 4. Descripción situación recreada en juego serio

Se presenta una línea de producción de una empresa de detergentes. La línea de producción está conformada por dos centros de trabajo (embotelladora y empaquetadora). Para cada centro de trabajo el jugador puede tomar dos decisiones: 1) contratar o despedir operarios, y 2) invertir en maquinaria. Estas decisiones afectan variables como: tasa de producción, costos depreciación, capacidad, costos variables, número de operarios máximos por máquina, tasa de producción hombre-día y el factor de aprovechamiento. Luego de tomar las decisiones, el juego genera un reporte mensual del comportamiento productivo, de las utilidades, costos, ingresos y otros indicadores.

Con base a la situación propuesta, se desarrolló un simulador en Excel®. En este, cuando el usuario toma una decisión, se recalculan inmediatamente para cada proceso: los indicadores, costos, y productividad; además, se calcula de forma global: ingresos, costos totales, utilidades y la productividad global. Esto permite al usuario ver de forma inmediata el impacto de sus decisiones (ver figura 1).

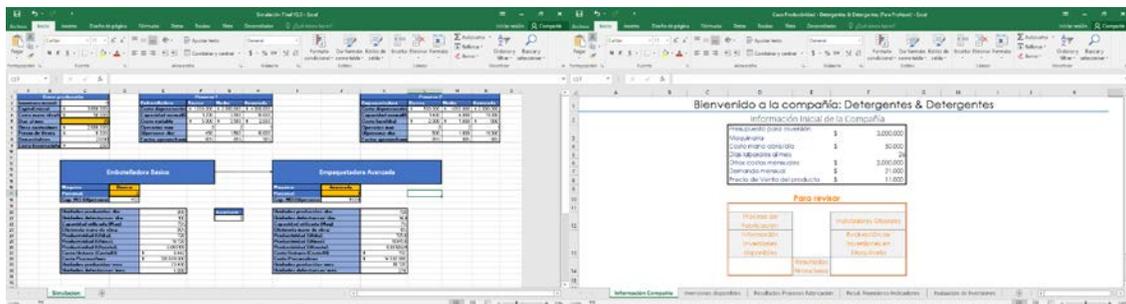


Figura 1: Interfaz juego productividad en Microsoft EXCEL®

Con base en el prototipo funcional se está construyendo el videojuego para plataforma web, que permita a los jugadores utilizarlo desde internet. Esta versión será más dinámica y se podrá ver el impacto de las decisiones durante cada uno de los doce meses del año.

## 5. Aplicación caso de estudio en clase

Para el semestre 2016-1, los estudiantes de la materia de Pensamiento Sistémico abordaron el caso de estudio como parte de un trabajo evaluativo. Este trabajo fue realizado por 44 estudiantes de dos grupos de la materia, conformando 16 equipos de trabajo (uno a cuatro estudiantes). Como resultado de este trabajo entregaron un archivo en EXCEL® donde presentaron: procesos de modelación, el modelo funcional, el análisis del impacto de diferentes decisiones apoyados en cifras arrojadas por el modelo, conclusiones y comentarios y sugerencias. Para esta actividad el estudiante recibía el caso de estudio. Los estudiantes intentaban recrear, a partir de la historia de la empresa ficticia, el modelo matemático lo más cercano posible al prototipo y de acuerdo a ello evaluar las mejores decisiones para aumentar la productividad global y las utilidades de la empresa. Por su parte el docente evaluaba los resultados de los trabajos comparándolos con los obtenidos por el prototipo funcional. Esto facilitó la evaluación de los diferentes escenarios que presentaron.

## 6. Evaluación impacto uso caso de estudio en clase

Para determinar el impacto de aprendizaje que suscitó el caso de estudio en los estudiantes y a falta de una encuesta se analizaron las conclusiones, comentarios y sugerencias presentado en los 16 trabajos evaluados. Estos resultados se tabularon en cuatro criterios: 1) la importancia de la modelación matemática; 2) el impacto y la motivación con el uso del simulador; 3) Aplicabilidad del caso a la vida real y 4) la importancia de EXCEL®. Los resultados son los siguientes (ver figura 2):

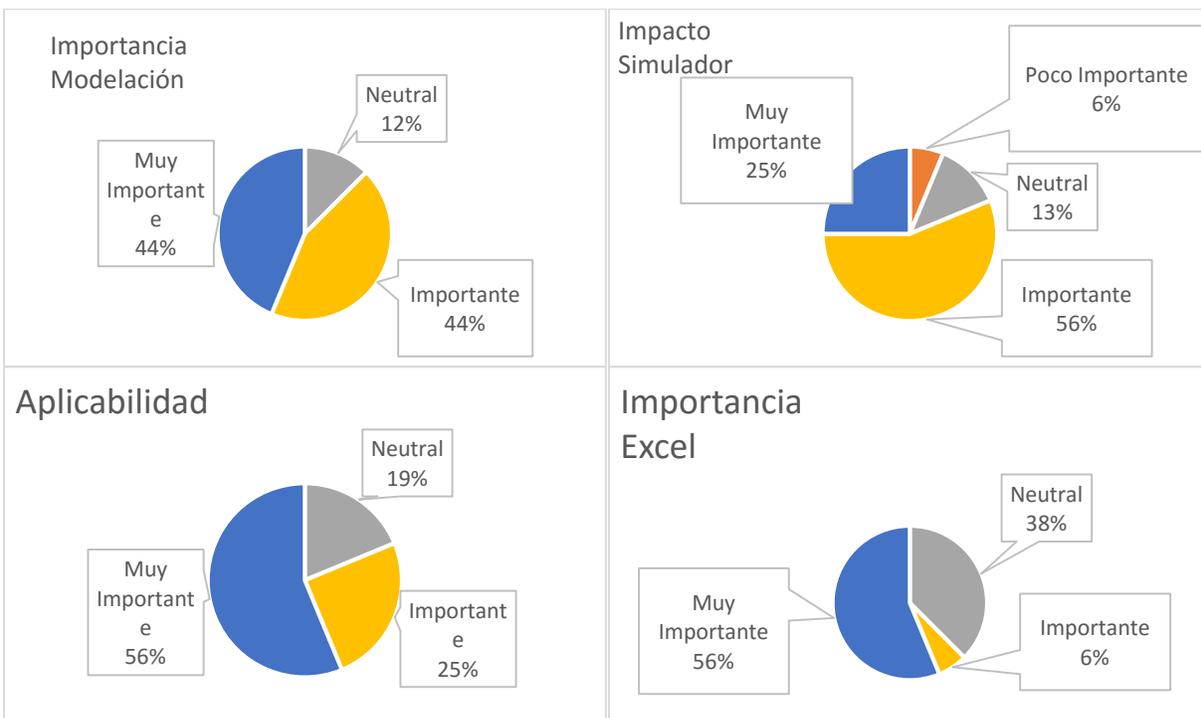


Figura 2: Resultados de conclusiones, comentarios y sugerencias del examen parcial

El 88% de los equipos de trabajo, considera que es importante o muy importante el proceso de modelación para el logro de modelos matemáticos, el 12% no da una opinión al respecto.

Se observa que el 81% de los grupos consideran que tuvieron un importante o muy importante impacto en su capacidad de análisis, comprensión, evaluación y profundización.

También el 81% de los grupos opinan que el caso de estudio tiene una gran aplicabilidad en empresas reales. Finalmente, el 62% de los grupos considera de gran importancia el uso de Excel®.

Cualitativamente los estudiantes expresaron en comentarios y sugerencias que el uso de herramientas didácticas para ver el impacto de la toma de decisiones en un proceso productivo, los motivaba por el tema y en la aplicación de los conceptos vistos en clase. Asimismo, el poder competir entre los equipos, para lograr la mayor utilidad para la empresa y con ayuda de las retroalimentaciones dadas por la herramienta, hace que los estudiantes se interesen aún más por estos temas. Estos comentarios también fueron reportados directamente por los estudiantes al docente.

Algunos comentarios negativos que recibió el docente, fueron que el trabajo era muy complejo y demandaba mucho tiempo.

El docente, por su parte manifiesta que se superaron las expectativas del trabajo. Se lograron múltiples objetivos de aprendizaje de una forma eficiente frente a un problema complejo casi como la realidad. Pudo observar mayor madurez en los análisis realizados por los estudiantes, y en el uso de Excel®. En evaluaciones posteriores, se observa un mejor desempeño de los estudiantes.

## **7. Conclusiones y trabajos futuros**

Como resultados parciales del proyecto se logró la construcción de un prototipo funcional en Excel® y un caso de estudio. La versión web del videojuego actualmente en desarrollo que tiene como base este material.

El trabajo conjunto entre estudiantes de diferentes semestres, diferentes universidades y diferentes programas académicos, en conjunto con el docente, han permitido el desarrollo de material mucho más rico, de mayor de calidad y de una forma más eficiente.

La elaboración de prototipos y versiones preliminares del videojuego, llevo a una mejor definición de los requisitos y el diseño del videojuego. Facilitó la comunicación del equipo de trabajo, el manejo de cambios durante el proceso, la evaluación de escenarios. Esto contribuirá al logro de un videojuego ajustado a las necesidades de los objetivos de aprendizaje.

El tener un simulador en Excel, facilita la construcción de casos de estudio, ya que permite obtener datos y considerar diferentes escenarios para incluir en el caso.

La aplicación del caso de estudio en clase fue valorada muy positivamente por los estudiantes. A través de esta actividad se sensibilizaron sobre: la importancia de la modelación matemática; el impacto y la motivación hacia el uso de simulaciones; aplicabilidad del caso a la vida real; y la importancia de EXCEL®.

El tener un caso de estudio y el simulador para evaluar las diferentes posibilidades del caso de estudio, permitió al docente: evaluar a los estudiantes al tiempo que esto ponían en práctica sus conocimientos, y contar con una forma de evaluación más eficiente.

Con base en los comentarios y sugerencias por parte de los estudiantes se darán los últimos detalles para la versión final en web del juego serio. Con dicha versión se espera el uso masivo de la herramienta por parte de estudiantes, docentes y empresarios.

## 7. Referencias

- Alexopoulos, & McGinnis. (2002). The Supply Change Gameo Title. Retrieved from [http://factory.isye.gatech.edu/research/supply\\_chain\\_game.php](http://factory.isye.gatech.edu/research/supply_chain_game.php)
- Carmona, G., & Helmuth, T. (2013). Diseño de un juego serio como herramienta de apoyo para el curso de Programación de Operaciones. *World Engineering Education Forum - WEEF 2013. Innovación En Investigación Y Educación En Ingeniería: Factores Clave Para La Competitividad Global.*
- Carmona, G., & Montoya, J. S. (2010). Juego Empresarial para la Enseñanza de Inventarios con Demanda Variable Business Game for Teaching and Learning of Inventory Management with Variable Demand, 1–4.
- Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones* (12th ed.). McGraw Hill.
- Martínez De Ita, M. E. (1994). El concepto de productividad en el análisis económico., 33.
- Martínez, R., & Heredia, Y. (2010). Tecnología educativa en el salón de clase. *Revista Mexicana de Investigación Educativa: RMIE, 15*, 371–390.
- Medina, J. (2007). *Modelo Integral de Productividad. Universidad Sergio Arboleda.* Fondo de Publicaciones Universidad Sergio Arboleda. doi:10.1073/pnas.0703993104
- Michael, D. R., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform. Education.* Muska & Lipman/Premier-Trade. Retrieved from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1051239>
- Morales, M. (2014). Los colombianos trabajan mucho, pero les rinde poco. *El Tiempo.* Retrieved from [www.eltiempo.com/pais/articulo/productividad-laboral-colombia-mas-bajasamerica-latina/205142](http://www.eltiempo.com/pais/articulo/productividad-laboral-colombia-mas-bajasamerica-latina/205142)
- Responsive Learning Technologies. (1996). Littlefield Technologies.
- Rojas, Á. H. J., Delgado, E. E., & Villate, G. G. (2000). Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. *Ingeniería, 4*(2), 81–87. Retrieved from <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/2707/3907>

- Salvat, B. G. (2009). Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje, *1*, 251–264.
- Sánchez, J. L. G., Zea, N. P., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). De la Usabilidad a la Jugabilidad : Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador 2 Usabilidad en Videojuegos y Sistemas Interactivos de Ocio. In *Proceedings of INTERACCION*(pp. 99–109). Proceedings of INTERACCION (2008): 99-109.
- The MIT Forum Supply Chain Innovation. (2009). The MIT Beer Game. Retrieved from <http://beergame.mit.edu/>

## Sobre los autores

- **Guillermo León Carmona González:** Ingeniero de Sistemas. Máster en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Profesor asistente 2. [gcarmona@eafit.edu.co](mailto:gcarmona@eafit.edu.co)
- **Mateo Márquez Gutiérrez:** Estudiante de Ingeniería de Producción Universidad EAFIT. [mmarque8@eafit.edu.co](mailto:mmarque8@eafit.edu.co)
- **María Antonia Rodríguez Betancur:** Ingeniera de Producción Universidad EAFIT. [mrodri23@eafit.edu.co](mailto:mrodri23@eafit.edu.co)
- **Camila Leal Ledesma:** Estudiante de Ingeniería de Producción Universidad EAFIT. [clealle@eafit.edu.co](mailto:clealle@eafit.edu.co)
- **Mateo Betancur Hernández:** Estudiante de Ingeniería de Sistemas Universidad San Buenaventura Sede Medellín. [mateu-sbh@hotmail.com](mailto:mateu-sbh@hotmail.com)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)